

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
ESCUELA DE POSTGRADO
SECCION CIENCIAS AMBIENTALES



**PROGRAMA DE MAESTRIA EN INGENIERIA
AMBIENTAL Y SEGURIDAD INDUSTRIAL**
**“EVALUACION DEL GRADO DE CONTAMINACION DEL
SECTOR URBANO DEL RIO CHIRA POR AGUAS
RESIDUALES DE LA CIUDAD DE SULLANA, PROVINCIA
SULLANA, DEPARTAMENTO DE PIURA”**

TESIS

**PARA OPTAR EL GRADO ACADEMICO DE MAGISTER EN
CIENCIAS
CON MENCIÓN EN INGENIERIA AMBIENTAL Y
SEGURIDAD INDUSTRIAL**

ING. MARIA LILIANA NIZAMA ELIAS
PIURA – PERU
2014



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
ESCUELA DE POSTGRADO
SECCION CIENCIAS AMBIENTALES
PROGRAMA DE MAESTRIA EN INGENIERIA
AMBIENTAL Y SEGURIDAD INDUSTRIAL

**“EVALUACION DEL GRADO DE CONTAMINACION DEL
SECTOR URBANO DEL RIO CHIRA POR AGUAS
RESIDUALES DE LA CIUDAD DE SULLANA, PROVINCIA
SULLANA, DEPARTAMENTO DE PIURA”**

ING. MARIA LILIANA NIZAMA ELIAS
EJECUTOR

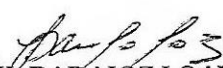
DR. ING. RENATO UMERES CACERES
ASESOR




UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
ESCUELA DE POSTGRADO
SECCION CIENCIAS AMBIENTALES
PROGRAMA DE MAESTRIA EN INGENERERIA
AMBIENTAL Y SEGURIDAD INDUSTRIAL

**“EVALUACION DEL GRADO DE CONTAMINACION DEL
SECTOR URBANO DEL RIO CHIRA POR AGUAS
RESIDUALES DE LA CIUDAD DE SULLANA, PROVINCIA
SULLANA, DEPARTAMENTO DE PIURA”**


DR. CESAR A. REYES PEÑA
PRESIDENTE


DR. RAÚL BADAJOZ LOAYZA
SECRETARIO


DR. JUAN CRUZ GUTIÉRREZ
VOCAL



MAESTRÍA EN INGENIERÍA AMBIENTAL Y SEGURIDAD INDUSTRIAL
PROMAINA

NIZAMA ELÍAS - MARÍA LILIANA


**“EVALUACIÓN DEL GRADO DE CONTAMINACIÓN DEL SECTOR URBANO
DEL RÍO CHIRA POR AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DE SULLANA,
PROVINCIA SULLANA, DEPARTAMENTO DE PIURA”**

APROBADO				DESAPROBADO
<i>Excelente</i>	<i>Sobresaliente</i>	<i>Bueno</i>	<i>Aceptable</i>	
_____	_____	_____X_____	_____	_____

En consecuencia, previa aprobación del Art.º 83, del Reglamento General de la Escuela de Posgrado, queda en condiciones de ser calificado **APTO** para obtener el Grado Académico de Magister en **INGENIERÍA AMBIENTAL Y SEGURIDAD INDUSTRIAL**. De conformidad con lo estipulado en la ley.


DR. CESAR A. REYES PEÑA
PRESIDENTE

A



DR. JUAN CRUZ GUTIÉRREZ
VOCAL



Resumen

Las diversas actividades domésticas e industriales de la ciudad generan en serie de desechos orgánicos y sustancias tóxicas que por descuido o por mal manejo vierten en el río Chira, generando grandes problemas ecológicos y de la salud. Es el caso de la población de la ciudad de Sullana, cuya salud está en riesgos por causa de una turbia amenaza. El río Chira, considerado el segundo más caudaloso de la cuenca del Pacífico, constituye la única fuente de abastecimiento de agua dulce para el consumo humano, que viven en bajo Chira o cerca de sus riberas. Todas las aguas residuales y sustancias cargadas muchas veces con bacterias van directamente a la red de alcantarillado doméstico a red pública, sin tratamiento previo y poniendo en grave riesgo a los pobladores y usuarios pues finalmente terminan en las aguas del río Chira. Al problema de la contaminación en el río Chira se suma la abundante presencia de Lirio acuático llamado también Jacinto, la cual al podrirse, impide el desarrollo de la vida en el agua, pérdida de fauna y aves, malos olores, peces contaminados y pérdida de capacidad turística.

Palabras Clave: Contaminación, aguas residuales



Abstract

The domestic and industrial activities of the city generated series of organic waste and substances-toxic that by neglect or mishandling poured in the Chira River, generating great ecological and health problems. It is the case of the population of the city of Sullana, whose health is at risk because of a murky threat. The Chira River, considered the second largest river basin of the Pacific, is the only source of fresh water for human consumption, living in the lower Chira or close to its banks. All waste water and substances loaded with bacteria often go directly to the sewer system domestic public network, untreated and putting at serious risk the inhabitants and users therefore finally end up in the waters of the Chira River. The problem of pollution in the river Chira in addition to the abundant presence of called water lily also Jacinto, which to the decay, prevents the development of life on the water, loss of wildlife and birds, bad smells, contaminated fish and loss of tourist capacity.

Keywords: Pollution, wastewater



ÍNDICE GENERAL

PAGINA N°

1.	INTRODUCCION.....	07
2.	ANTECEDENTES.....	09
2.1	OBJETIVOS.....	11
2.2	HIPOTESIS.....	11
3.	DIAGNOSTICO ACTUAL.....	12
3.1	SITUACIÓN DE LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN DEL CUCHO.....	13
3.2	AGUAS RESIDUALES Y LA COLIFORME FECAL.....	14
3.3	EL JACINTO DE AGUA O LIRIO ACUÁTICO EN EL RIO CHIRA.....	14
3.4	PROCESO DE EUTROFIZACIÓN.....	15
4.	MARCO LEGAL.....	17
	CUADRO N° 01: COMPARATIVA DE NORMATIVA DE CALIDAD DE AGUAS PARA DIFERENTES PAISES.....	22
5.	CAPITULO I : ASPECTOS GENERALES	
5.1	DATOS GENERALES.....	23
5.2	ASPECTOS GEOGRÁFICOS.....	24
5.3	ASPECTOS HIDROGRÁFICOS.....	26
	CUADRO N° 02: POLÍTICAS Y ESTRATEGIAS, ASPECTO TEMÁTICO DE CULTURA DEL AGUA.....	36
	CUADRO N° 03: COMPONENTE ESTRATÉGICO CUANTITATIVO DEL SISTEMA DE GESTIÓN: VALOR PORCENTUAL DEL ASPECTO TEMÁTICO, CALIDAD DEL AGUA.....	37
	CUADRO N° 04: MUESTREO DEL PROGRAMA DE MONITORIO DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LA CUENCA CATAMAYO CHIRA.....	38
5.4	ASPECTOS DEMOGRAFICOS.....	39
	CUADRO N° 05: COMPARATIVO DE SUPERFICIE Y POBLACIÓN	



	(País, departamento y provincia).....	40
	MATRIZ N° 01.....	42
5.5	CLIMA: CUADRO N° 06: TEMPERATURAS DE LA PROVINCIA DE SULLANA SEGÚN LAS ESTACIONES.....	43
5.6	RECURSOS NATURALES FLORA Y FAUNA.....	44
	MATRIZ N° 02.....	46
6.	CAPITULO II: FUNDAMENTO TEORICO:	
6.1	CALIDAD DE LA AGUA.....	48
6.2	AGUAS SUPERFICIALES: CUENCA DEL CHIRA.....	49
	FIGURA N° 07: GENERAL DEL SISTEMA HIDRAULICO CHIRA.....	56
6.3	CARACTERISTICAS DE LAS AGUAS NATURALES	
6.3.1	FUENTES DE ABASTECIMIENTO: FUENTES SUPERFICIALES Y FUENTES SUBTERRANEAS.....	57
6.3.2	CARACTERISTICAS FISICAS DE LAS AGUAS: SOLIDOS DISUELTOS, SOLIDOS EN SUSPENSION, SOLIDOS VOLATILES Y NO VOLATILES, TURBIDEZ, TEMPERATURA, COLOR.....	58
6.3.3	CARACTERISTICAS QUIMICAS Y FISICOQUIMICAS: CIANUROS, NITRATOS, FOSFORO, PESTICIDAS, AGROQUIMICOS Y ORGANICOS SINTETICOS, DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO (DBO), DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO (DQO), COMPUESTOS ORGANICOS REFRACTARIOS, pH, AZUFRE Y SULFATOS, FIERRO Y MANGANESO, FLUOR, METALES TOXICOS, CONDUCTIVIDAD, SALINIDAD Y CALIDAD DEL AGUA, ALCALINIDAD, DUREZA, CALIDAD BACTERIOLOGICA DEL AGUA, MESOFILICOS AEROBIOS, COLIFORMES,	61
7.	CAPITULO III: PRINCIPALES PROBLEMAS AMBIENTALES LIGADOS	



CON EL AGUA	81
7.1 CONTAMINACIÓN DEL AGUA EN LA ZONA URBANA.....	84
7.2 CONTAMINACIÓN DEL AGUA EN LA ZONA RURAL.....	86
MATRIZ N° 03.....	89
7.3 CONTAMINACIÓN DEL AGUA POR LOS PRODUCTOS QUIMICOS.....	90
8. CAPITULO IV: USOS DEL AGUA.....	90
8.1 CONTAMINACION DEL AGUA.....	91
8.2 PRINCIPALES CONTAMINANTES DE LAS AGUAS.....	92
MATRIZ N° 04.....	96
8.3 FUENTES DE CONTAMINACION NATURALES.....	97
8.4 FUENTES CONTAMINANTES ANTROPOGENICA.....	98
CUADRO N° 08: ENFERMEDADES POR PATOGENOS.....	101
8.5 FUENTES PUNTUALES Y NO PUNTUALES DE CONTAMINACION DEL AGUA.....	102
MATRIZ N° 05.....	105
8.6 CARACTERISTICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES.....	106
CUADRO N°09: ANALISIS FISICOS QUIMICO.....	109
SUPERFICIALES RESIDUALES (PROCEDENCIA DEL RIO CHIRA).....	
CUADRO N°10: ANALISIS BIOLOGICO: SUPERFICIALES RESIDUALES (PROCEDENCIA DEL RIO CHIRA): MUESTRA N°01 AGUAS ARRIBA DEL CANAL VIA (PUENTE SANTA CRUZ, MUESTRA N°02 AGUAS BAJO DEL CANAL VIA (UNION DEL CANAL VIA Y RIO CHIRA), MUESTRA N°03 PUENTE VIEJO “ISAIS GARRIDO”, MUESTRA N°04 PUENTE NUEVO “ARTEMIO VARGAS”.....	110
9. CONCLUSIONES.....	111
10. RECOMENDACIONES.....	113
11. BIBLIOGRAFIA.....	115
12. ANEXOS: FOTOGRAFIAS, CERTIFICADO, PLANOS (LUGAR DONDE SE MUESTREO DE LAS AGUA DEL RIO CHIRA).....	117



1. INTRODUCCION

Las diversas actividades domésticas e industriales de las ciudades generan una serie de desechos orgánicos y sustancias tóxicas que por descuido o por mal manejo vierten y contaminan los recursos receptores hídricos, generando grandes problemas ecológicos y de la salud a la población.

Limpiar o impedir estas contaminaciones no siempre es posible, y se requiere de grandes inversiones, decisiones políticas y ambientales para lograrlo.

Desde el punto de vista institucional se cuenta con un marco normativo legal para obligar a la comunidad sobre el cuidado y preservación ambiental beneficiando a aquellos que actúan en su defensa y vigilando y sancionando a quien no lo haga.

Este marco debe promover alianzas estratégicas coordinadamente a diferentes niveles y en responsabilidad y distintas áreas de acción, de manera que las acciones reglamentadas puedan tener una ejecución y una supervisión adecuada.

Es el caso de la población de la ciudad de Sullana, cuya salud está en riesgo por causa de una turbia amenaza. Muchos de los ríos que atraviesan sus ciudades presentan altos índices de contaminación que, si no se adoptan de una vez medidas preventivas, podrían traducirse en veneno en un plazo no muy lejano.

Las actividades domésticas y productivas generan sustancias orgánicas y tóxicas que en su mayoría contaminan recursos hídricos generando contaminación en el río Chira, el medio ambiente y afectando la salud de todo ser viviente.

El río Chira, considerado el segundo más caudaloso de la cuenca del Pacífico, constituye la única fuente de abastecimiento de agua dulce para el consumo humano de aproximadamente tres mil familias (unos 15.000 pobladores) que viven en Bajo Chira o cerca de sus riberas.

Las aguas residuales domésticas sin tratar y los residuos sólidos que son vertidos a las



aguas del río constituyen factores que generan riesgo sanitario para la salud de la población y el medio ambiente. Todas las aguas residuales (procedentes de los desagües y lavaderos del interior del hospital) y sustancias infectas contagiosas cargadas muchas veces con bacterias van directamente a la red de alcantarillado doméstico o red pública, sin ningún tratamiento previo, poniendo en grave riesgo a los pobladores y usuarios pues finalmente terminan en las aguas del río Chira.

Los agricultores del valle también son perjudicados por estas aguas. Pues, el agua que riega sus plantaciones es un líquido pegajoso de color verde, que se queda impregnado en la tierra y en los sembríos, con olor putrefacto lo que implica un grado de contaminación fitosanitaria y se pone en riesgo la producción y a salud de miles de consumidores.

Al problema de la contaminación en el río se suma la abundante presencia de lirio acuático, la cual, al podrirse, impide el desarrollo de la vida en el agua. De esta manera, especies como los camarones han dejado de habitar en el afluente. Y es así como tenemos las siguientes consecuencias:

- ❖ Malos olores, por falta de circulación de agua y la penetración de la luz solar. Se convierte en agua estancada originando malos olores.
- ❖ Pérdida de fauna y aves, por falta de variedad de alientos ya que por estar contaminados en algunos casos estas especies se ven obligadas a emigrar.
- ❖ Peces contaminados, por contar con alimentos contaminados como son los peces que es un sustento.
- ❖ Pérdida de capacidad turística, en esta agua se puede practicar muchos deportes.



2. ANTECEDENTES

El represamiento de las aguas producidas por el barraje del Proyecto Chira Piura han producido una disminución del flujo de las aguas y su estancamiento a motivado la alta contaminación de las aguas del Río Chira, siendo declaradas no aptas para el consumo humano directo, bañistas y prácticas deportivas.

De acuerdo a los exámenes microbiológicos realizados por el laboratorio de la Dirección de Salud Ambiental, se demuestra que tanto en la margen derecha e izquierda a diferentes alturas (Mambré , Puente Viejo, Puente Nuevo), existen valores de coliformes fecales por encima de las 24,000 colonias/100ml, valor muy por encima de los aceptados según parámetros internacionales.

El cierre de las compuertas de la represa Poechos disminuye las corrientes y el flujo de agua y se prevé un aumento de la contaminación sobre todo en épocas de estiaje donde el caudal del río es del orden de los 10 a 20 m³/seg, por lo que sería absurdo que en estas circunstancias a estas aguas acudan bañistas y se realicen prácticas deportivas.

La ciudad de Sullana demográficamente viene creciendo acorde con los estándares de un país subdesarrollado es decir, aceleradamente, con una tasa de crecimiento anual del 2.45 %.

Las necesidades primarias de la población que son el agua y alcantarillado son objetivos prioritarios que viene atendiendo el gobierno local, a través de la empresa prestadora de servicios; sin embargo el tratamiento de las aguas residuales urbanas son deficientes y donde la gran mayoría de estos efluentes se vierten al río Chira, sin tener en cuenta el impacto ambiental negativo que ocasiona dicha actividad.

Otro aspecto de mencionar es la transformación paulatina del ecosistema de Sullana con la construcción de la presa derivadora que forma parte de las obras de riego del proyecto especial Chira - Piura, se ha formado una laguna artificial, espacio en el cual se viene empleando en la actividad náutica y por ende el turismo se torna permanente, sin embargo la población que acude a dichos lugares desconoce el riesgo a que está expuesto,



además de estar colmatándose sobre todo con sólidos en suspensión proveniente de las aguas residuales.

De igual manera el agua es indispensable para la vida y es necesario poner a disposición de los habitantes de una población y así brindarles un abastecimiento apropiado y satisfactorio haciendo todo lo posible para obtener la mejor calidad que permitan las circunstancias. La primera línea de defensa es proteger de la contaminación y para ello hay que ser celoso con la fuente.

Sin embargo, cuando se advierte como en este caso la existencia de una situación potencialmente peligrosa debe tomarse en consideración el riesgo de la salud y así mismo la disponibilidad de otras fuentes y posibilidades de aplicar medidas correctivas en la medida de lo posible; las fuentes de agua se deben proteger de la contaminación de desechos de origen humano o animal que pueden contener bacterias, virus, parásitos y hongos. El Río Chira no está excepto de esta contaminación, pues presenta bacterias agresivas, y podrán tener parásitos virus y hongos.

En términos generales los mayores riesgos que presentan estos microbios están relacionados con la ingestión de agua contaminada con excretas humanas y animales, además es importante mencionar que en la confluencia del emisor y el río abundan peces que se alimentan de dichos residuos contaminados y que luego son extraídos por personas inescrupulosas para luego ser vendidos en los mercados locales sin ningún control sanitario.

Desde hace muchos años los residuos cloacales no tratados en un volumen aproximado del 90% producido por las ciudades de Sullana y Bellavista son vertidos en el Río Chira produciendo la contaminación y degradación de sus aguas y medio ambiente.

De acuerdo a los estudios e informes emitidos por la Dirección de Salud Ambiental, se ha constatado que existen 5 zonas por donde se vierten los desagües de Sullana y



Bellavista al Río Chira, a parte de las aguas servidas no tratadas vertidas por las poblaciones de Querecotillo, Salitral y Marcavelica.

2.1 OBJETIVOS

2.1.1 OBJETIVO GENERAL

- ❖ Evaluar el grado de contaminación del sector urbano del río Chira por aguas residuales de las poblaciones ribereñas de la ciudad de Sullana,

2.1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- ❖ Caracterizar los efectos de la contaminación debido a las aguas residuales la ciudad de Sullana, ya que en su mayoría el agua es empleada para el cultivo de arroz, cultivos altamente demandantes de agua.
- ❖ Proponer los lineamientos para atenuar la contaminación del agua el río Chira por aguas residuales.

2.2 HIPOTESIS

- ❖ El estudio y planteamiento de lineamientos para la caracterización de las sustancias contaminantes en el sector urbano del río Chira, debido a las aguas residuales generadas por las actividades antrópicas y sus efectos en las actividades cotidianas de los pobladores y sus efluentes del área, lo que nos permitirá generar un tratamiento adecuado, minimizar los efectos residuales garantizando el desarrollo sustentable y el buen vivir y la permanencia de la biodiversidad en la ciudad de Sullana.

3. DIANOSTICO ACTUAL

El riesgo microviral nunca puede eliminarse por completo porque las enfermedades transmitidas por el agua también pueden difundirse por contacto personal, por aerosoles y por la ingesta de alimentos; así como el riesgo que corre la misma población de Sullana que consume vegetales de tallo corto que son regados con dichas aguas; con lo que se mantiene un reservorio de casos y portadores. Es necesario evitar especialmente los brotes de enfermedades transmitidas por el agua con poco flujo y estancadas (como



enfermedades diarreicas, el cólera, la tifoidea, la disentería basilar o shigelosis, y la filaria y la Leptospirosis, malaria, dengue) porque pueden dar lugar a una infección simultánea en gran parte de la comunidad.

La ciudad de Sullana requiere de un servicio de agua y alcantarillado de acuerdo al crecimiento de la población, sin embargo el servicio que se brinda es muy deficiente en relación al tratamiento de aguas servidas urbanas y donde en su gran mayoría se vierten al río Chira, ocasionando graves daños al medio ambiente y a la salubridad de la población.

La construcción de la represa “Sullana” ha formado una laguna artificial donde se van acumulando las aguas de los desagües, inclusive uno proveniente del hospital de Apoyo II - MINSA, convirtiendo esta represa en una zona altamente contaminada y con la irresponsabilidad de permitir el lugar como un centro de esparcimiento turístico con un público que desconoce el alto grado de contaminación del lugar, donde se puede observar sólidos en suspensión vertidos por las aguas de los desagües.

En el río Chira se ha comprobado la presencia de bacterias agresivas, virus, parásitos y hongos, un verdadero peligro para el consumo humano o para usarla en el riego de cultivos, pues esta agua está contaminada con excretas humana y animal.

En el río abundan peces que se alimentan de estos excrementos y son extraídos para consumo humano.

Contaminan el río Chira: El vaciado de aguas de desagüe, la proliferación del Jacinto de agua o lirio acuático que contribuyen a la eutrofización o falta de oxígeno.

Las lagunas de oxidación han sido construidas para el tratamiento de aguas servidas de la red de alcantarillado de las localidades de Sullana y Bellavista, y conducidas hasta la cámara de bombeo ubicado al final del canal vía por el colector “San Miguel”, colector que actualmente va a hacer cambiado por la EPS GRAU y la Municipalidad Provincial de Sullana como unidades ejecutoras. El agua de dicha laguna es usada para el riego de plantas de tallo alto.



3.1 SITUACIÓN DE LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN DEL CUCHO

En la actualidad, las lagunas de Oxidación del Cucho de propiedad de la EPS GRAU, ubicadas en el Centro Poblado “El Cucho” se encuentran en total abandono es, por esa razón que las aguas servidas son enviadas directamente al río Chira sin pasar antes por el tratamiento adecuado.

La contaminación de dicha laguna antes mencionada ha producido diferentes consecuencias negativas:

- ❖ Fétidos Olores
- ❖ Erupciones en la piel para los pobladores de los alrededores
- ❖ Problemas respiratorios, bronquiales, estomacales y cutáneos, debido a la emanación de gases tóxicos.

Un millón de dólares, fue el costo aproximado de las lagunas del cucho, las mismas que son un elemento blanco y nunca cumplieron su objetivo para lo cual fueron diseñadas.

Descontaminar al río Chira, ha sido un vil estafa esto era solo un gasto de energía eléctrica, el río seguía con la misma carga contaminante.

La reactivación de la laguna El Cucho, hace tres años (con una inversión de S/.3 millones), resultó un fracaso, pues solo funcionaron cuatro meses.

Hay gente que vive en las zonas bajas, como los distritos de La Huaca y Miguel Checa, que consumen estas aguas contaminadas. Están expuestos a recibir todo tipo de bacterias y, por eso, se hace necesaria la inmediata construcción de una laguna de oxidación para el tratamiento de estas aguas servidas.

Un presunto delito ambiental viene cometiendo la empresa Maple Etanol, ubicada en la localidad de La Huaca, provincia de Paita, al verter aguas excedentes de su proceso (conocidas como VINAZA) fuera de su planta, formando una laguna, especie de riachuelo siendo las causantes de los malos olores en la ciudad de Sullana.

3.2 AGUAS RESIDUALES Y LA COLIFORME FECAL



Los coliformes fecales son microorganismos con una estructura parecida a la de una bacteria común que se llama *Escherichia* y se transmiten por medio de los excrementos. Esta bacteria que se encuentra normalmente en el intestino del hombre y en el de otros animales. Hay diversos tipos de *Escherichia*; algunos no causan daño en condiciones normales y otros pueden incluso ocasionar la muerte. La presencia de bacterias coliformes es un indicio de que el suministro de agua puede estar contaminado con aguas negras u otro tipo de desechos en descomposición. Generalmente, las bacterias coliformes se encuentran en mayor abundancia en la capa superficial del agua o en los sedimentos del fondo.

Ha quedado demostrado que en el río Chira, especialmente entre la loma de Mambré y los dos puentes, es decir en la represa “Sullana”, existen valores de coliformes fecales por encima de las 24,000 colonias/100ml, valor muy por encima de los aceptados según parámetros internacionales, que es de 1000 a 5,000 colonias 100 /ml.

Definitivamente, la falta de flujo y el estancamiento de las aguas en la represa “Sullana” ha contribuido en la contaminación de las aguas del río Chira, al extremo de declararse que las aguas de esta represa no son aptas para bañarse, ni para uso doméstico, ni siquiera para riego de cultivos y ni mucho menos para consumo humano.

3.3 EL JACINTO DE AGUA O LIRIO ACUÁTICO EN EL RÍO CHIRA

Por la contaminación se produce el crecimiento desmesurado de una “alfombra verde” que se ha alojado en las aguas del río, llamado Jacinto de agua o lirio acuático, la que se desarrolla por el vertimiento (vaciado) de sustancias fecales provenientes de los desagües y de residuos de fertilizantes que aportan nitrógeno, que sirven de abono para la reproducción de este vegetal.

El Jacinto de agua o lirio acuático (*Eichornia crassipes*) es un organismo que crece en las aguas contaminadas del río Chira desde 1984, al igual que en todas las zonas tropicales y subtropicales del mundo. Flotan sostenidas por esponjosos rizomas con pequeñas raíces flotando libremente.



En zonas de aguas estancadas, como en la represa Sullana, pueden entrelazarse formando embalsados, auténticas islas flotantes sobre las que crece otra vegetación y pueden hasta servir de hábitat a numerosas especies animales e insectos.

El impacto que el Jacinto de agua causa en el río Chira si no se mantiene bajo control es muy grave, ya que puede cubrir su cauce completamente como continuamente se viene repitiendo, impidiendo que la luz del sol llegue a las plantas acuáticas nativas y agotando el oxígeno, convirtiendo estas aguas en no aptas para ningún ser viviente ni para el riego de cultivos.

Además de los problemas económicos que originan, motiva la proliferación de plagas de zancudos, capaces de provocar una epidemia de malaria y dengue, que si no se controla a tiempo, puede causar una mortandad de imprevisibles consecuencias, como que ya se está presentando ante la desidia de las autoridades y el desinterés de la comunidad.

3.4 PROCESO DE EUTROFIZACIÓN

Un río, un lago o un embalse sufren eutrofización cuando sus aguas se enriquecen en nutrientes. Podría parecer a primera vista que las aguas estén repletas de nutrientes, porque así podrían vivir mejor los seres vivos. Pero la situación no es tan sencilla. El problema está en que si hay exceso de nutrientes crecen en abundancia las plantas y otros organismos más tarde, cuando mueren, se pudren y llenan el agua de malos olores y le dan un aspecto de nauseabundo, disminuyendo drásticamente su calidad. El proceso de putrefacción consume una gran cantidad del oxígeno disuelto y las aguas dejan de ser aptas para la mayor parte de los seres vivos. El resultado final es un ecosistema casi destruido.

La proliferación de las algas en la superficie (el Jacinto de agua en el río Chira). Cuando hay contaminantes, vertimiento de aguas servidas, pesticidas, fertilizantes y otros, el agua se vuelve turbia la vegetación sumergida queda en la oscuridad, se agota el oxígeno, mueren los seres vivos por sofocación, por ejemplo, proliferan gusanos.



Encontrado el problema, la solución la tendrán que resolver todos los sectores involucrados en la conservación del medio ambiente, así como autoridades, educadores, salubristas, políticos y la población.

La evaluación de la calidad microbiológica de las aguas se realizan mediante la determinación de las bacterias del grupo coliformes las cuales actúan como indicadores de contaminación fecal pues están siempre presentes en el tracto intestinal humano y en animales de sangre caliente, siendo eliminados en grandes cantidades por las heces.

Entre los coliformes hay bacterias que son comprobadamente de origen fecal, no se multiplican con facilidad en el ambiente externo y tiene sobre vivencia similar a las bacterias patógenas. Estas bacterias son diferenciadas de las demás coliformes, pues pueden multiplicarse y producir gas a partir de la lactosa, cuando son incubadas a temperaturas de 44,5° C. debido a su origen, estas bacterias se denominan coliformes fecales (coliformes Termotolerantes) y pasarán a constituir un parámetro de confiabilidad superior en relación a los coliformes totales.

El problema más grave es el fenómeno denominado EUTROFICACION, el cual desde hace mucho tiempo ya viene dándose en el embalse artificial y se ha originado por el vertimiento de las aguas residuales domésticas e Industriales el cual provocará el enriquecimiento de los nutrientes (nitrógeno, potasio, fósforo) y conllevará al crecimiento acelerado de algas y plantas acuáticas, luego dichas algas van a sedimentarse al fondo del lago y así sucesivamente, van alterando el ciclo normal; y lo más grave es el consumo acelerado del oxígeno por parte de las algas y como resultado produce la desaparición de la fauna ictiológica alterando la cadena trófica, y por ende provocando un daño ecológico irreversible en la flora y fauna.

Otro aspecto negativo al ecosistema de Sullana es que la laguna artificial produce vectores del tipo zancudos los cuales causan mucho daño a la población a través de generar el paludismo, malaria, dengue, entre otros.



Finalmente se observa la presencia de cierto tipo de algas propiciadas por la contaminación en las orillas del río Chira, las cuales emiten malos olores el cual es un indicio del avance de la contaminación y que incidirá negativamente en el paisaje del valle del río Chira y alrededores.

Como si el derrame de desagües al río Chira no bastara, ahora también se permite que empresas industriales arrojen sus aguas de pota a un buzón que va directamente al río Chira, sin la menor consideración de que en la zona, conocida como "cola del alacrán" están ubicados varios asentamientos, además de los cientos de niños de cada colegio.

Debido a que las empresas industriales echaban las aguas residuales de pota, y otras, al canal vía, perjudicando con los malos olores además de la contaminación a la población de la zona, se optó por dar una solución temporal, en la que las empresas podrían arrojar estas aguas no tratadas por un buzón que llega directamente al río Chira.

Es decir, si ya estaba la contaminación de los desagües, solo de momento se permitió las aguas de pota.

Pero, tal permiso fue temporal, pues las empresas industriales debieron trabajar en un proyecto para una planta de tratamiento. Claro que este nunca se dio.

No obstante, continúa la incertidumbre de la población que se encuentran cerca al canal vía, y también de los distritos como Miguel Checa y La Huaca, de la parte más baja, que reciben la inminente contaminación de las aguas del río Chira.

4. MARCO LEGAL

En este punto hay que señalar que corresponde al estado dictar las medidas necesarias para la protección del medio ambiente, entorno esencial de la vida y los recursos naturales que satisfacen las necesidades vitales de todos los habitantes del Perú, en ese sentido existe a la fecha todo un marco jurídico establecido, del cual podemos citar :

- ❖ Código del medio ambiente y de los recursos naturales, aprobado según decreto legislativo n° 613 (08.set.1990).



- ❖ Ley Orgánica de Municipalidades DL. 28853
- ❖ Código del Medio Ambiente DL. 613
- ❖ Decreto supremo N° 261 - 69 - AP- Ley General de Aguas
- ❖ Decreto Supremo N° 28-60-PL - Reglamento de Desagües Industriales - 1960.
- ❖ Norma de calidad del Agua OMS (1984)

4.1 Autoridad Nacional del Agua

Decreto Legislativo N° 997, del 2008. Decreto de creación de la Autoridad Nacional del Agua, organismo rector y la máxima autoridad técnico-normativa del Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos, competente en materia de gestión del agua en todo el territorio nacional del Perú.

4.2 Legislación sobre Recursos Hídricos:

- ❖ **Ley de Recursos Hídricos:** Ley N° 29338, del 2009. Legislación básica del agua a nivel nacional. Basada en diez principios fundamentales: valoración del recurso, prioridad en el acceso, participación de la población y cultura del agua, seguridad jurídica, respeto a los usos de las comunidades campesinas y nativas, sostenibilidad, descentralización, precaución, eficiencia, gestión integrada y tutela jurídica.
- ❖ **Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos:** Decreto Supremo N° 001-2010-AG. Tiene por objeto regular el uso y gestión de los recursos hídricos que comprenden al agua continental: superficial y subterránea, y los bienes asociados a ésta; asimismo, comprende la actuación del Estado y los particulares en dicha gestión, todo ello con arreglo a las disposiciones contenidas en la Ley de Recursos Hídricos.
- ❖ **Clasificación de cuerpos de agua:** Resolución Jefatural N° 202-2010-ANA, que aprueba la clasificación de cuerpos de agua superficiales y marino-costeros de acuerdo al Informe Técnico N° 0112-2010-ANA-DCPRH-ERH-CAL de fecha 18-03-2010.



- ❖ **Protocolo de monitoreo de calidad de los Recursos Hídricos:** Resolución Jefatural N° 182-2011-ANA, que aprueba el protocolo Nacional de Monitoreo de calidad de los recursos hídricos superficiales.
- ❖ **Implementación del PAVER.** Resolución Jefatural N° 274-2010-ANA, aprueba el Programa de Adecuación de Vertimientos y Reusó del Agua Residual.

4.3 LEGISLACIÓN SOBRE CALIDAD DE AGUAS

La normatividad legal peruana en materia de calidad ambiental distingue dos instrumentos complementarios, los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y los Límites Máximos Permisibles (LMP).

Los ECA constituyen los objetivos de calidad aplicables a los componentes del ambiente. Por su parte, los Límites Máximos Permisibles (LMP) son los valores límite aplicables a las descargas al ambiente, en particular el vertimiento de efluentes líquidos.

4.3.1 ESTÁNDARES NACIONALES DE CALIDAD DE LAS AGUAS (ECA)

Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM donde se aprueban los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para el agua con el objetivo de establecer el nivel de concentración, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el agua que no representen un riesgo significativo para la salud de las personas ni para el medio ambiente.

Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM donde se aprueban las disposiciones para la implementación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para agua.

4.3.2 LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES (LMP)

El propósito de estas normativas es principalmente, evitar la contaminación y deterioro de la infraestructura sectorial, asegurando su adecuado funcionamiento y garantizando la sostenibilidad de los sistemas.



Decreto Supremo N° 010-2010-MINAM (21/08/10) donde se aprueban límites máximos permisibles para la descarga de afluentes líquidos de Actividades Minero - Metalúrgicas"

Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM (17/Mar/10) donde aprueban Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales.

Decreto Supremo N° 021-2009-VIVIENDA (20/Nov/09), mediante el cual se aprobaron los valores máximos admisibles de las descarga de agua residual no domésticas al sistema de alcantarillado sanitario.

Decreto Supremo N° 010-2008-PRODUCE (30/Abr/08) donde aprueban Límites Máximos Permisibles de Efluentes de la Industria de Harina y Aceite de Pescado

Decreto Supremo N° 037-2008-PCM (14/Mayo/08) donde se establecen Límites Máximos Permisibles de efluentes Líquidos para el “Subsector Hidrocarburos”, deroga la RD N° 030-96-EM/DGAA.

Resolución Directoral N° 008-97-EM/DGAA (17/Mar/97) donde se aprueban niveles máximos permisibles para efluentes líquidos producto de las actividades de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica

Resolución Ministerial N°011-96-EM/VM (13/Ene/96) donde se aprueban los niveles máximos permisibles para efluentes líquidos minero-metalúrgicos.

4.3.3 ESTÁNDARES INTERNACIONALES

Además de los ECA y LMP vigentes, existen diversos estándares ambientales internacionales que pueden ser utilizados como referencia. A continuación se mencionan los más comunes.

Organización Mundial de la Salud: Estándares para agua potable (OMS 2004).

Consejo Canadiense de Ministros del Ambiente: Guías de Calidad Ambiental (CCME 2004). Incluye estándares para agua potable (cap. 2), preservación de fauna acuática (cap. 4), agua para irrigación (cap. 5) y agua para consumo de animales domésticos (cap. 5)



Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos: Estándares Nacionales Primarios para Agua Potable (USEPA 2003).

Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos: Criterios Nacionales de Calidad de Agua Recomendados (USEPA 2002).

Corporación Financiera Internacional (Grupo del Banco Mundial): Manual de Prevención y Mitigación de la Contaminación - Requerimientos para la Descarga de Efluentes Presentes en las Guías para la Industria (WBG 1998).

De los estándares citados, sólo los de la Corporación Financiera Internacional se aplican a la descarga; todos los demás se aplican al cuerpo receptor.

4.3.4 COMPARATIVO DE LEGISLACIÓN EN CALIDAD DE AGUAS (PERÚ Y OTROS PAÍSES)

El hecho de no promover la adopción de normas internacionales para la calidad del agua potable provee al gobierno el punto de partida para el desarrollo de regulaciones y estándares apropiados para la situación nacional particular.

La naturaleza y forma de estos estándares varían entre los distintos países y no hay ningún proyecto universal aplicable. Aun así, no se puede obviar el papel de la OMS (Organización Mundial para la Salud), que desde 1958 publica periódicamente las “Guías para la Calidad del Agua” (antes llamadas “Estándares Internacionales de Agua Potable”). Estas Guías internacionales buscan mejorar la calidad del agua potable y la salud humana al ser usadas como base para la regulación de los estándares de agua potable en los países alrededor de todo el mundo.

CUADRO N° 1: COMPARATIVA DE NORMATIVA DE CALIDAD DE AGUAS PARA DIFERENTES PAÍSES



PARÁMETRO	OMS	Argentina	Brasil	Chile	Colombia	México	Perú	EEUU	UE
Microbiológicos									
Colifecales o E.Coli (NMP/100ml)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Coliformes totales (NMP/100ml)	0	<3	0	1	0	0	0	0	0
pH		6,5 – 8,5	6,5 – 9,5	6,5 – 9,2	6,5 – 9,0	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5	6,5 – 8,5	6,5 – 8,5
Sólidos totales (mg/l)	1000	1500	1000	1500		1000	1000		1500
Dureza (mg/l)		400,0	500,0		160,0	500,0	500	500.0	
Magnesio (mg/l)				125,0	36,0	125,0			50,0
Calcio (mg/l)					60,0				100,0
Turbiedad (NTU)	5,0	3,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	10,0
Cloruro (mg/l)	250,0	350,0	250,0	350,0	250,0		250,0	250,0	250,0
Sustancias inorgánicas									
Amoníaco (NH ₄ ⁺)	1,50	0,20		0,25		0,50	0,50	0,006	0,50
Antimonio	0,005				0,05		0,006		0,01
Arsénico	0,01	0,05	0,05	0,12	0,01	0,025	0,05	0,01	0,05
Bario	0,70		1,0	1,0	0,50	0,70	0,70	2,0	0,10
Boro	0,30				0,30				1,0
Cadmio	0,003	0,005	0,005	0,01	0,003	0,005	0,003	0,005	0,005
Cianuro	0,07	0,10	0,1	0,20	0,10	0,07	0,07	0,20	0,20
Cobre	2,0	1,0	1,0	1,50	1,0	1,50	2,0	1,30	3,0
Cromo	0,05	0,05	0,05	0,05	0,01	0,05	0,05	0,10	0,05
Fluoruro	1,50	*	1,50	1,20	1,20	1,50	1,50	4,0	1,50
Hierro	0,30	0,30	0,3	0,50	0,30	0,30	0,30	0,30	0,20
Manganeso	0,50	0,10	0,1	0,20	0,10	0,15	0,10	0,05	0,05
Mercurio	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001
Molibdeno	0,07				0,07				
Níquel	0,02				0,02		0,02		0,05
Nitrato	50,0	45,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	50,0
Nitrito	3,0	0,10		1,0	0,10	1,0	1,0	1,0	0,10
Plomo	0,01	0,05	0,05	0,10	0,01	0,01	0,01	0,015	0,05
Selenio	0,01		0,01	0,01	0,01	0,05	0,01	0,05	0,01
Sulfatos (SO ₄ ⁻²)	250,0	400,0	400,0	400,0	250,0	400,0	250,0	250,0	250,0
Zinc	3,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	3,0	5,0	5,0

Se hace una comparativa de los estándares utilizados en varios países (equivalentes a la categoría A1 Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección). En el caso de Perú, los valores establecidos por el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM son, para muchos parámetros, más restrictivos que los establecidos anteriormente. Tal y como se puede observar, los valores actuales se basan en los dictaminados por la OMS.

5. CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES

5.1 DATOS GENERALES



Sullana, es la capital de la provincia de Sullana, en el Departamento de Piura, Perú. Conocida también como "La Perla del Chira", "La Ciudad del Eterno Verano" o la "Novia del Sol"; fue fundada en 1783 por el obispo Baltasar Jaime Martínez Compañón y Bujanda, con el nombre de "Santísima Trinidad de la Punta" siendo concebida para convertirse desde sus inicios como una ciudad guía. La ciudad de Sullana según el Instituto Nacional de Estadística e Informática es la decisegunda ciudad más poblada del Perú y alberga en el año 2012 una población de 233.615 habitantes.

Hoy en día la Ciudad es un centro urbano-comercial-administrativo y financiero, la cual se precia de ser una de las ciudades más grandes y desarrolladas del país. Su valle, irrigado por el Río Chira, permite tener una intensa actividad agrícola en productos para la exportación y para el consumo nacional y también configura un espacio natural y turístico digno de admirar. Rodeada por la cordillera de Amotape, la ciudad de Sullana es la segunda ciudad en importancia demográfica y socioeconómica de la Región Piura; a consecuencia de esto, la ciudad de Sullana ha llegado a consolidarse como la cuarta ciudad más importante de la costa norte del Perú y la décima segunda ciudad en importancia a nivel nacional.

Aunque puede ser concebida como una sola ciudad, Sullana no constituye una sola unidad administrativa; más bien es el núcleo o principal centro urbano de un área conurbada que se extiende sobre un territorio de 1,985.32 ha; y está conformada por 3 municipios de la provincia, de los cuales 2 se encuentran completamente conurbanados, mientras que el último se encuentra parcialmente conurbado debido en parte por la separación natural que hace el río Chira .

La Ciudad al poseer una ubicación estratégica dentro de la región se convierte en el eje central de desarrollo de esta; y a la vez es el eje central vial de comunicación con las Provincias de Piura, Paita, Talara, Ayabaca, el Departamento de Tumbes y la vecina República del Ecuador.

Se encuentra ubicada a 04° 53' 18" de Latitud Sur y 80° 41' 07" de Longitud Oeste, a una altura de 60 m.s.n.m., próxima a la margen izquierda del río Chira. Así mismo está



situada a 39 Km. Al Nor Oeste de la Ciudad de Piura, capital de la Región Grau, unida por la carretera Panamericana Norte.

Como características geográficas presenta un terreno ondulado y con escaso relieve, superficies llanas y suaves hondonadas, con lechos secos de escorrentía, que se alternan con lomas alargadas y prominencias de formas redondeadas.

El accidente topográfico más importante es el acantilado de la margen izquierda del río Chira. Las mayores elevaciones se encuentran al lado de dichos acantilados, que de Este a Oeste son las siguientes: Loma de Mambré (donde se encuentra el tanque elevado) y la Loma de la Plaza de Armas, Monte de la Paloma (donde se encuentra el Hospital de Ministerio de Salud) y la Loma de Teodomiro (donde se encuentra el Cuartel General de la Primera Brigada de Caballería).

Su clima es tropical, predominante con una temperatura media de 24° C., llegando la máxima casi a los 35° C., y la mínima a los 15° C. La humedad relativa promedio es de 70%, aunque en el verano, por el microclima en el valle puede llegar al 90%.

5.2 ASPECTOS GEOGRAFICOS

5.2.1 SITUACION

Sullana, es la capital de la provincia de Sullana. Se ubica concretamente a 04°53'18" de latitud sur y 80°41'07" de longitud oeste, a una altura de 60 msnm, a la margen izquierda del río Chira, de tendencia urbana e industrial-comercial y de servicios. Cuya característica geográfica principal es que la ciudad se ha desarrollado a lo largo del río Chira, sobre una "meseta"; otra característica es la topografía singular del terreno en donde se ha desarrollado la ciudad de Sullana, el cual presenta un terreno ondulado y con escaso relieve, a la vez posee superficies llanas y suaves hondonadas, con lechos secos de escorrentía, que se alternan con lomas alargadas y prominencias de formas redondeadas; al ser su accidente topográfico más importante el acantilado de la margen izquierda del



río Chira, el que se forma desde la loma de Mambré hasta el puente “Artemio García Vargas”, con una altura de 35 metros sobre el nivel del río.

La provincia de Sullana está ubicada en el noroeste del Perú, a 1,158Km al norte de Lima. En el departamento de Piura, su creación como tal desde el 04 de noviembre de 1911, pero como distrito es más antigua.

Formó parte de la provincia de Paita de la que se desprendió en 1911, conjuntamente con Querecotillo.

Sus distritos son 8: Sullana, Querecotillo, Miguel Checa, Marcavelica, Ignacio Escudero, Salitral, Lancones y Bellavista. Sullana tiene una extensión de 5,423.61 Kilómetros cuadrados y un perímetro provincial de 445 kilómetros, según el Instituto Geográfico Nacional.

LA PROVINCIA DE SULLANA LIMITA:

- ❖ Por el Norte con el Ecuador.
- ❖ Por el Sur con la provincia de Piura.
- ❖ Por el este con Ayabaca.
- ❖ Por el oeste con la provincia de Paita

El río Chira cruza todo su territorio convirtiéndose en la despensa de agua para impulsar la agricultura, una de las actividades importantes de la provincia.

La ciudad de Sullana, es la capital de la provincia de Sullana, conformada por la conurbación de las antiguas áreas urbanas de los distritos de Sullana y Bellavista está ubicada geográficamente en la parte baja de la cuenca hidrográfica del río Chira (zona del bajo Chira) sobre la intersección de paralelo 04° 53'18" de latitud sur con el meridiano 80° 41' 07" de longitud oeste (en el área urbana del distrito de Sullana) y el Paralelo 04° 53' 57" de latitud sur con el meridiano 80° 40' 48" de



longitud oeste (en el área urbana del distrito de bellavista); ambas referidas al meridiano de Greenwich.

5.2.2 SUPERFICIE

El territorio del Distrito tiene una extensión de 488.10 km². , limitando por el este con el distrito de Lancones; por el oeste con el distrito de Miguel Checa; por el norte con el río Chira y por el sur con el departamento de Piura.

La actual ciudad de Sullana ocupa un área de aproximadamente 2,230 Has. y limita por el norte con el río Chira, por el sur con áreas potencialmente aptas para uso agrícola y/o pecuario por la presencia del Canal Lateral de Irrigación del Proyecto Especial Chira – Piura (PECHP), así como con la zona de protección ecológica, por el Este con el dren El Boquerón, quebrada o erosión artificial creada mediante la derivación de las aguas de la Quebrada Bellavista como medida de protección; y por el Oeste con áreas agrícolas intangibles.

5.3 ASPECTOS HIDROGRAFICOS

5.3.1 GEOLOGIA DEL RIO CHIRA

El valle del Río Chira es asimétrico, mientras que en la margen derecha están compuestos por depósitos aluviales de terraza que comprenden los terrenos de cultivo con una morfología sub horizontal, en la margen izquierda afloran depósitos de conglomerados, cuya matriz está compuesta de cuarzo, también de rocas ígneas, así mismo se aprecian areniscas, lutitas y limonitas intercalados en estratos lenticulares.

Esta variación geomorfológica se debe probablemente a la presencia de fallas que afectan la margen derecha, donde otro aspecto que corrobora esta apreciación es el cambio brusco del curso del río en épocas de creciente.

Sobre este basamento rocoso se han depositado los depósitos eólicos en forma de pequeñas colinas (denominados, loma Mambré, Teodomiro), compuestos de



médanos que con el correr del tiempo se han consolidado gracias a la vegetación y las lluvias respectivas contribuyendo a esta depositación.

El río Chira en su recorrido por el departamento de Piura, cerca de la ciudad de Sullana se ha construido la represa de Poechos, para irrigar aproximadamente 100,000 Has. De tierras de cultivo en el Bajo Chira y el Bajo Piura.

5.3.2 EL RÍO CHIRA

Es un río de la vertiente del Pacífico, localizado al sur del Ecuador y norte del Perú. Forma la frontera entre ambos países hasta la quebrada del Alamor, y a partir de ahí ingresa al territorio peruano. La ciudad de Sullana, en el Perú, está situada junto a este río.

El río Chira es un río internacional, y su cuenca tiene un área de drenaje total de 19.095 km² hasta su desembocadura; de este total, 7.162 km² están en Ecuador, y 11.933 km cuadrados en Perú. Su cuenca húmeda es de aproximadamente 9.500 km².

El río nace en la Cordillera Occidental de los Andes a más de 3.000 m con el nombre de río Catamayo, y después de recorrer 150 km se une con el río Macará donde toma el nombre de río Chira, recorre 50 km, en el límite entre Perú y Ecuador hasta encontrarse con el río Alamor continuando en la dirección suroeste en territorio peruano hasta su desembocadura en el mar, después de haber recorrido 300 km aproximadamente. La longitud del río Chira es de 168 km y los 300 km corresponden al sistema Chira-Catamayo.

El río Quiroz, su principal afluente, ha sido canalizado hasta el reservorio de San Lorenzo para irrigar aproximadamente 25,000 hectáreas en el valle del río Piura.

5.3.3 CUENCA CHIRA

Políticamente, la Cuenca del Río Chira comprende 5 provincias del departamento de Piura: Provincia de Ayabaca (distritos Sicchez, Suyu, Sapillica, Frías, Ayabaca, Pacaipampa, Lagunas, Montero, Paimas y Jililí); Provincia de



Piura (distritos de Las Lomas y Tambogrande); Provincia de Sullana (distritos de Lancones, Sullana, Querecotillo, Salitral, Marcavelica, Bellavista, Ignacio Escudero y Miguel Checa); Provincia de Paita (distritos de Tamarindo, La Huaca, Pueblo Nuevo de Colan, El Arenal, Vichayal y Amotape) y Provincia de Talara (distrito de La Brea).

La cuenca del río Chira, ocupa una superficie de 10 534,76 km² y está ubicada en las provincias de Ayabaca, Sullana, Paita, Talara y Piura entre las coordenadas: 04°07'-5°08' Latitud Sur y 79°10'-81°07' Longitud Oeste. Las principales subcuencas son: Quiroz, Chipillico y Alamor.

El río Chira tiene sus orígenes en la unión del río Catamayo con el río Macará, en la frontera entre Perú y Ecuador; recorre 50 km entre ambos países hasta la quebrada de Alamor donde ingresa en territorio peruano. La longitud total del río Catamayo-Chira, eje principal de la cuenca binacional Catamayo – Chira, hasta su desembocadura en el Océano Pacífico es de 315 Km, de los cuales 119 Km se encuentran en suelo peruano. Sus límites son: por el Norte las cuencas Fernández y Tumbes, por el Sur la cuenca del río Piura; por el Este la cuenca Huancabamba en Perú y las cuencas de Macará y Chinchipe en Ecuador y por el Oeste las Intercuencas 1379 y 1391 y su desembocadura en el Océano Pacífico.

En la zona peruana de esta cuenca hay que tener en cuenta importantes interdependencias:

- ❖ La subcuenca del río Chipillico y el trasvase parcial del Quiroz hacia el Reservorio San Lorenzo atienden, mediante el canal Yuscay y los canales que nacen desde la estructura denominada “Partidor” (Tablazo, Tambogrande, Tejedores y TJ-05), a zonas agrícolas ubicadas tanto en las áreas de la cuenca del Chira como Piura.
- ❖ El canal de derivación del río Chira al río Piura (Canal Daniel Escobar) ha permitido incorporar la zona agrícola de Cieneguillo, la cual en



términos de ubicación se encuentra compartiendo las cuencas del Chira y del Piura.

- ❖ Las delimitaciones políticas de provincias y distritos no están íntegramente circunscritas dentro de la cuenca del Chira, encontrándose provincias como las de Piura y Talara y distritos como el de Frías en las dos cuencas.
- ❖ En la zona peruana los trabajos de gestión del agua se han efectuado desde la óptica de los denominados Valles y Autoridades Locales del Agua (antiguos Distritos de Riego) que comparten más de una cuenca hidrográfica y están orientados al manejo del área irrigable.
- ❖ La cuenca del Chira se relaciona directamente con las partes Media y Baja de la cuenca del río Piura a la que aporta un importante caudal. En la cuenca del río Piura el canal Biaggio Arbulú deriva y distribuye el agua al Bajo Piura.

La cuenca Chira corresponde a la parte baja de la cuenca Catamayo-Chira, zona perteneciente a territorio peruano; sin embargo en la parte fisiográfica como hidrológica se tratará la cuenca Catamayo-Chira en su totalidad al entenderse que es una unidad indivisible y se necesita del conocimiento integral de la cuenca para entender los procesos que en ella se dan, independientemente de que ésta esté repartida entre los países de Ecuador y Perú.

La evolución morfotectónica de la cuenca³, se caracteriza por movimientos orogénicos que dieron como resultado la formación de grabens y horst, cuyos elementos tectónicos mayores son las cuencas Sechura, Lancones y la Cordillera de la Costa como un elemento positivo. En la parte norte de la cuenca se ubican dos cordilleras paralelas: la cordillera Central o Real de Los Andes cuyo núcleo lo constituyen rocas del Paleozoico, hacia el este; y, la parte norte central está constituida por rocas volcánicas e intrusivas. Aquí se



ubican las cotas más altas de toda la cuenca como es el cerro Fierro Urco con 3 788 m, la topografía comienza a disminuir de este a oeste, interrumpiéndose a la altura de la cordillera de Célica; para luego disminuir considerablemente y determinar un relieve colinoso y completamente plano al llegar a la desembocadura del río Chira, llegando a la cota más baja.

De oeste a este, las unidades geomorfológicas más relevantes son:

- ❖ **Repisa Costanera:** Esta unidad geomorfológica corresponde a la Costa y se ubica en el flanco Occidental de los Amotapes y se prolonga por el Sur hasta el desierto de Sechura.

En el área de estudio esta franja forma parte del tramo Talara-Sechura de aproximadamente 70 km de largo y con un ancho aproximado de 25 a 30 Km.

Su estructuración geológica es de naturaleza sedimentaria Cretácica–Terciaria, la misma que descansa en parte sobre o adosada a rocas del basamento Paleozoico. Constituyen parte de la repisa costanera, los denominados tablazos, cuyos tipos se sitúan en función a su ubicación con respecto al litoral y en el área de estudio destacan los tablazos de Mancora, Talara y Lobitos.

- ❖ **Cordillera de la Costa:** Está constituido por los macizos paleozoicos con lineamientos arqueados alineados por una serie de elevaciones, destacando la Silla de Paita y hacia el norte prolongándose hacia los macizos de los Amotapes y continuando en territorio Ecuatoriano, hasta la altura de Zapotillo.

Geológicamente, está constituido por rocas metamórficas e ígneas, paleozoicas y hasta probables Precambriano, sobreponiéndose el Cretáceo. Estructuralmente, conforma bloques tipo horst con graben rellenos por sedimentos terciarios.



El Macizo de los Amotapes es el de mayor longitud con aproximadamente 130 Km, y alturas que oscilan entre los 250 y los 1 500 msnm, con quebradas de corto recorrido a uno y otro lado, los mismos que del lado oriental forman parte de la Cuenca Catamayo–Chira, caracterizada por una topografía con descensos bruscos a partir de los flancos de la cordillera hacia las partes bajas de la cuenca.

❖ Cuenca Para-Andina: Denominada también Depresión Para–Andina corresponde al sector central de la Cuenca Catamayo–Chira, la misma que conforma una penillanura enmarcada entre la Cordillera de la Costa y los contrafuertes de la Cordillera Andina Occidental, como una franja paralela a dicha cordillera y extendiéndose al Sur de Piura. Sobre esta franja se ha desarrollado una extensa superficie cubierta por depósitos eólicos, que son cortados por el río Chira. Su morfología en la parte norte es ondulada, de lomadas suaves con predominio de quebradas y riachuelos. Las altitudes oscilan entre los 0,0 m y los 300 msnm, presentando un relieve ondulado y/o depresiones próximas al nivel del mar. Su conformación geológica incluye rocas sedimentarias, plutónicas o volcánicas cuyas edades fluctúan entre el Mesozoico y el Cenozoico.

❖ Cordillera Occidental o Cordillera Central o Real: Denominada cordillera Occidental en territorio Peruano, dentro del área de estudio comprende un vasto territorio elevado que sobrepasa los 3 400 msnm, flanqueando a la Depresión Para-Andina y comprende una franja angosta del territorio situado en el lado occidental del Cañón del Huancabamba, así mismo conforma la división continental en el Noroeste Peruano y Sur del Ecuador.

Geológicamente, es un edificio tectogénico que corresponde a la faja de mayor deformación de los Andes y está constituida por rocas metamórficas, e intrusivas (cuyas edades fluctúan desde el Precámbrico al Terciario) cubiertas por depósitos cuaternarios de diverso origen. Este



edificio a su vez ha sido cratonizado por el emplazamiento del Batolito de la Costa, el mismo que cubre una vasta extensión de la cordillera, tanto en territorio peruano como en el ecuatoriano.

- ❖ Valles: El principal valle por su extensión y conformación es el del Catamayo–Chira, el cauce nace en la cordillera de Sabanilla en el Ecuador con el nombre de río Yangana, posteriormente pasa a denominarse Solanda, Chinguilamaca, Catamayo y finalmente aguas debajo de su unión con el río Macará recibe la denominación de Chira, desde donde constituye el límite internacional con el Ecuador. A partir de su unión con el río Alamor, penetra a territorio peruano con rumbo al Suroeste hasta Sullana, de donde vira al Oeste para salir al Océano Pacífico, pasando por las localidades de Tamarindo, Amotapes, Vichayal y la Bocana. Este giro debe estar relacionado a la deflexión de Huancabamba (Palacios, 1994).

Entre los valles secundarios más importantes del mismo se tienen : río Quiroz y río Chipillico; los mismos que vierten sus aguas finalmente al río Chira, así mismo se tienen numerosas quebradas que bajan de la Cordillera de los Amotapes y llevan aguas solamente en tiempos de lluvias o precipitaciones extraordinarias, como las de El Niño.

El valle del río Catamayo–Chira corresponde al tipo consecuente dendrítico sub–paralelo, todo ello porque su desarrollo ha estado favorecido por el levantamiento progresivo de los Andes que ha presentado la formación de un relieve longitudinal y sobre sus vertientes se labraron los cursos fluviales actuales que drenan sus aguas al océano Pacífico.

- ❖ Superficie Puna: Restos de una antigua peneplanización que se asume corresponde a la denominada “Superficie Puna” se encuentra en un sector del área de estudio, donde comprende una faja angosta del territorio situado en el lado occidental del Cañón del Huancabamba y comprende las partes altas de Frías, Chalaco y Pacaipampa, particularmente en las

nacientes de los ríos Tamayaco y Sancoy, afluentes del río Quiroz y el río San Pedro afluente del río Chipillico, cuyas cotas alcanzan más de los 3 400 msnm; también se le encuentra en el Guineo y la existencia de restos de esta superficie a diferentes cotas indica también el levantamiento diferencial en el macizo andino.

Cordones Litorales: Los cordones litorales son geoformas alargadas con una altura promedio de 2 m, desarrolladas en la zona de Colan y Bahía de Paita por deriva de las riveras marinas y se ubican entre las llanuras inundables y la línea litoral.

- ❖ **Llanuras Inundables:** Se reconocen con esta denominación a las extensas superficies bajas y llanas situadas entre los cordones litorales y los tablazos. Muestran relieves casi planos, observables en las playas de Colán y hacia el Norte con dirección a la desembocadura del río Chira, se encuentran cubiertas por arenas salitrosas y esporádicamente existen lagunas temporales saladas y la presencia de los cordones litorales los protege de la invasión marina. En la época de avenidas, las planicies son inundadas parcialmente por el desborde del río Chira.
- ❖ **Playas Recientes:** Las playas recientes son fajas angostas de arena de playa de grano medio a fino comprendidas entre los niveles de baja y alta marea. En zonas de existencia de cordones litorales, sus límites exteriores son marcados por la base de estas prominencias, tal como se pueden apreciar en la zona de Colan

5.3.4 LOS PRINCIPALES PROBLEMAS DE LA CUENCA DEL CHIRA:

- ❖ **Problemas de vertidos de aguas servidas:** la cuenca del Chira cuentan con un reducido número de plantas de tratamiento, muchas de las cuales se encuentran en estado inoperativo, e inclusive algunas carecen de éstas, lo que ha traído como consecuencia el vertido de los desagües a los ríos y quebradas, contaminado las aguas con materias orgánicas de origen doméstico, además de otras sustancias, como



hidrocarburos, detergentes, ácidos, álcalis, abastecedores de combustibles, talleres mecánicos, lavado de autos, recarga de baterías, aplicación de desinfectantes, entre otros.

Los vertimientos que revisten mayor impacto negativo son aquellos que desembocan entre las localidades de Salitral, Querecotillo, Sullana y Marcavelica, así como los vertidos de los desagües que van al río Huancabamba. Los mayores afectados son los habitantes de la cuenca baja, los cuales se abastecen del recurso que aporta los efluentes a lo largo de todo el curso.

- ❖ Problemas de vertidos de residuos sólidos: los residuos sólidos provienen de los botaderos no controlados ubicados a lo largo de toda la cuenca. En la cuenca Chira, la disposición final de los residuos sólidos es deficiente. Esto provoca que gran parte de los residuos sean arrastrados hacia las fuentes de agua o bien son vertidos directamente al río.

A este hecho se añade la ocupación desordenada de las riberas de los ríos, especialmente en aquellos con una zona de transición o de amortiguación muy reducida, determina que sean cada vez más vulnerables a la contaminación, ya que en tales circunstancias los vertidos se transfieren directamente al ecosistema acuático.

Este problema adquiere mayor importancia dado el hecho que no hay ningún tipo de control sobre estos vertimientos y en algunos casos se producen a escasa distancia aguas arriba de puntos de cogida de agua.

- ❖ La actividad agrícola es una de las principales del departamento de Piura. Los vertimientos de estas actividades provocan una contaminación difusa en toda la cuenca del Chira. Los problemas provienen del uso de fertilizantes, pesticidas, control de plagas, abonos sintéticos, biocidas o plaguicidas órgano-clorados, así como los residuos orgánicos de los cultivos, orina y estiércol del ganado vacuno, ovino y equino.



Su acción se hace notar en los recursos hídricos por el arrastre de partículas, disolución fluvial en los cauces o por percolación, exponiendo las aguas al riesgo de contaminación química.

- ❖ Actualmente en la parte alta de la cuenca del Chira se encuentran explotaciones mineras informales, cuyo manejo no considera el cuidado de las fuentes hídricas, constituyendo un riesgo potencial de contaminación de las aguas, con las mayores consecuencias en la parte baja de la cuenca.
- ❖ A la altura de las ciudades de Sullana, Marcavelica y Cieneguillo se hallan diversas empresas dedicadas al procesamiento de productos hidrobiológicos, agroindustrias, centros de beneficio de animales menores, entre otras. Sus vertidos incontrolados son causa de la inadecuada calidad de las aguas al paso por estas zonas.
- ❖ Contaminación natural. Si bien no se puede considerar causada por el humano, este tipo de contaminación puede verse agravada por la acción de este. El problema del lirio acuático puede verse agravado por la presencia de nutrientes en el agua, lo que favorecería su propagación. Los problemas de erosión debido a las acciones de deforestación de la cuenca alta también pueden favorecer la disolución de ciertas sales presentes en los suelos, así como aumentar los sedimentos arrastrados.

CUADRO N° 2: POLÍTICAS Y ESTRATEGIAS, ASPECTO TEMÁTICO DE CULTURA DEL AGUA

POLÍTICA	ESTRATEGIA
1. Promover el establecimiento de la retribución económica que cubra los costos de la GIRH en la cuenca. 2. Promover las instituciones la implementación de la GIRH vs las certificaciones	1. Aplicar las directivas para establecer progresivamente la retribución económica. 2. Implementado un precio justo en el consumo del agua por parte de las Municipalidades. 3. Propiciar el financiamiento para optimizar los servicios básicos
1. Promover el establecimiento de tarifa real por uso de infraestructura hidráulica	1. Aplicar las directivas para establecer progresivamente la tarifa real. 2. Establecer ordenanzas municipales buscando incentivos en la tarifas para aquellos que hacen un buen uso del recurso.
1. Promover planes a mediano plazo para desarrollo de la infraestructura.	1. Incorporar proyectos de infraestructura para uso poblacional y productivo en los presupuestos participativos y fondos concursales. 2. Ejecutar proyectos que prioricen la tecnología para el ahorro en el uso multisectorial del agua. 3. Cobrar el agua de acuerdo al consumo como indica las normativas vigentes. 4. Priorizar proyectos de agua potable.
1. Mejorar los mecanismos de cobranza	1. Cumplimiento de las normas de cobranza



<p>2. Promover la cultura de pago.</p> <p>3. Promover el aporte de la cuenca baja en la conservación de la cuenca alta.</p> <p>4. Promover pago de servicios ambientales</p>	<p>2. Implementar programas de sensibilización.</p> <p>3. Implementar el costo fijo y variable en la tarifa del agua</p> <p>4. Concientizar a la población y la conservación del recurso y del uso tecnificado pagando una tarifa que garantice un buen servicio.</p> <p>5. Enseñar a los productores mediante capacitaciones en campo la forma de medir el consumo de agua al momento de pagar.</p> <p>6. Coordinación de autoridades regionales con autoridades locales para evitar duplicidad de esfuerzos.</p> <p>7. Estímulos para los usuarios que están al día en el pago de la tarifa cuota.</p> <p>8. Mayor Control para el pago oportuno de la tarifa a fin de evitar morosidad.</p> <p>9. Presupuesto para una mayor cobertura de información, proyectos y talleres.</p>
<p>1. Promover Mecanismos financieros para cubrir la inversión de la infraestructura hidráulica prevista en el PGRH</p>	<p>1. Concertar compromisos de financiamiento entre entidades públicas y privadas.</p> <p>2. Asegurar el financiamiento para todos los programas planteados.</p>
<p>1. Promover la cultura del agua en instituciones EBR y educación superior universitaria y no universitaria.</p> <p>2. La DREP debe promover a las instituciones educativas el aprendizaje en primaria y secundaria</p>	<p>1. Convenio entre el ANA, MINEDU y Universidades e Institutos de Educación Superior.</p> <p>2. Intervención articulada e integral de instituciones que vienen promoviendo la gestión del agua.</p> <p>3. Sensibilizar a través de talleres de capacitación en el tema de "Evitar la contaminación del agua".</p>

CUADRADO N° 3: COMPONENTE ESTRATÉGICO CUANTITATIVO DEL SISTEMA DE GESTIÓN: VALOR PORCENTUAL DEL ASPECTO TEMÁTICO, CALIDAD DEL AGUA.

Situación actual (Cuantitativa)	%	Meta Óptima	%	Meta Posible	%
• Chira Coliformes termo tolerantes 160 000 NMP/100ml	0	• Todas las estaciones de monitoreo cumplen con los ECAs para estas dos categorías (Categ 1-2A y Categ 3 y 4)	100	• Cumplimiento de los ECA por parte de las empresas fiscalizadas por las instituciones responsables, de acuerdo a las normativas específicas vigentes, al año 2025.	100
• 0 % de vertidos cumplen con los LMP.	0	• 100 % de vertidos cumplen con los LMP.	100	• 90% de vertidos cumplen con los LMP.	90



• 26 botaderos.	62	• 26 rellenos sanitarios manuales, 8 semi-mecanizados y 8 mecanizados (42).	100	• 26 rellenos sanitarios, 8 semi-mecanizados y 8 mecanizados. (42)	100
• 24 puntos de monitoreo para la cuenca Chira y 20 puntos de monitoreo para la cuenca Piura. (44)	69	• 34 puntos de monitoreo para la cuenca Chira y 30 puntos de monitoreo para la cuenca Piura. (64)	100	• 29 puntos de monitoreo para la cuenca Chira y 25 puntos de monitoreo para la cuenca Piura. (54)	84
• 21 casos de enfermedades originadas por el agua cada 1 000 habitantes para menores de 5 años, equivalente a 282 284 niños sanos menores de 5 años	98	• 0 casos de enfermedades de origen hídrico por el agua cada 1 000 habitantes, equivalentes a 288 339 niños sanos menores de 5 años	100	• 0 casos de enfermedades de origen hídrico por el agua cada 1 000 habitantes, equivalentes a 288 339 niños sanos menores de 5 años	100
• Cero monitoreos de la caracterización de vertimiento de las industrias.	0	• Doce monitoreos de la caracterización de vertimiento de las industrias	100	• Cuatro monitoreos de la caracterización de vertimiento de las industrias	25

CUADRO N° 04: MUESTREO DEL PROGRAMA DE MONITORIO DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LA CUENCA CATAMAYO CHIRA



Estaciones de muestreo del Programa de Monitoreo de la calidad del agua de la Cuenca Catamayo Chira									
Clave	Fuente	Punto de muestreo	Río	Distrito	Provincia	Departamento	Coordenadas UTM		
							Este	Norte	
P-01	Río Aranza Palo Blanco	1 Km. De la localidad de	Portachuelo de Llanta	Ayabaca	Ayabaca	Piura	17M0656844	9464013	
P-02	Río Portachuelo Tamayaco	100 m. de la Localidad de Tambo	El Tambo	Ayabaca	Ayabaca	Piura	17M0654123	9465085	
P-03	Río Ramos o Sancay	Altura Puente Parcochacas	Frejolito	Ayabaca	Ayabaca	Piura	17M0649380	9466589	
P-04	Río Santa Rosa San pedro	1 Km. Frente a la localidad de Frejolito	Frejolito	Ayabaca	Ayabaca	Piura	17M0649744	9466718	
P-05	Río Quiroz	50 m. aguas arriba Bocatoma de Samba	Paimas	Paimas	Ayabaca	Piura	17M0622714	9494683	
P-05-A	Río Quiroz	300 m. aguas arriba del Puente jambur	Samba	Paimas	Ayabaca	Piura	17M0616843	9484496	
P-05-B	Canal Quiroz	Ingreso Tunel Culqui	Culqui	Paimas	Ayabaca	Piura	17M0610540	9487202	
P-05-C	Río Quiroz	50 m aguas abajo Puente Quiroz	Puente Quiroz	Suyo	Ayabaca	Piura	17M0604836	9500281	
P-06	Río Quiroz	1Km. Desembocadura	Encuentros de Quiroz	Lancones	Sullana	Piura	17M0580232	9510346	
P-07	Canal Daniel Escobar	Puente Chilaco	Chilaco	Lancones	Sullana	Piura	17M0556130	9480603	
P-08	Río Chipillico	Puente Chipillico	Chilaco	Lancones	Sullana	Piura	17M0557346	94758106	
P-09	Río Chira	300 m. aguas abajo captación Santa Victoria	Santa Victoria	Lancones	Sullana	Piura	17M0550728	748884	
P-10	Río Chira	Puente Viejo Sullana	Sullana	Sullana	Sullana	Piura	17M053110	9459646	
P-11	Río Chira	Puente Sojo	Miguel Checa	Sullana	Sullana	Piura	17M0519624	9459595	
P-12	Río Chira	Pase a Pueblo Nuevo de Colan	Miramar	Vichayal	Paíta	Piura	17M0497550	9460617	
P-13	Río Chira	Captación a la Planta de tratamiento El Arenal	El Arenal	El Arenal	Paíta	Piura	17M0497550	9460017	
P-14-A	Río Chipillico	50 M Aguas arriba del -Pte Timbes	Timbes	Sapillica	Ayabaca	Piura	17M0606390	9473365	
P-14-B	Río Chipillico	50 m. Sector Lagunas	Sector Lagartera	Sapillica	Ayabaca	Piura	17M0603610	9476612	
P-14C	Canal San Lorenzo	Caída de Yuscay	San Francisco de Yuscay	Las Lomas	Piura	Piura	17M05843	9477802	
P-14	Río Chipillico	50 m. de la Bocatoma de Chipillico	Chipillico	Las Lomas	Piura	Piura	17M0587735	9478902	
B-03	Río Macará	50 m aguas abajo Puente Internacional	Macará	Macará	Loja	Loja	17M0614335	9514341	

P = Perú

B = Binacional

5.4 ASPECTOS DEMOGRAFICOS

5.4.1 DEMOGRAFÍA



Según el último Censo Población y Vivienda realizado por el INEI en 2007 la Provincia de Sullana cuenta con 287,680 habitantes y el Distrito de Sullana cuenta con 156, 601 habitantes.

La estructura poblacional del distrito presenta características particulares con respecto al promedio departamental, cuyo árbol de edad se interpreta como una población en proceso de rejuvenecimiento con una alta base de población infantil, adolescente y joven que representa que más del 58.1% de la población es menor de 25 años: Así el 20.3% representa niños menores de 10 años, el 10.7 % representa adolescentes de 10 a 14 años, el 27.1% representa jóvenes de 15 a 29 años, el 33.4% representa adultos de 30 a 59 años, y el 8.5% representa ancianos de 60 a más años. La estructura por sexo está constituida por el 51.5% de población femenina y el 48.5% de población masculina. Con referencia al Distrito de Sullana ocupa el primer lugar de la provincia con **156,601** habitantes de los cuales 75934 son hombres y 80667 mujeres comportamiento este inverso al de la provincia de Sullana pero parecido al del departamento de Piura.

5.4.2 CRECIMIENTO POBLACIONAL

Desde 1981 hasta la fecha, la población de la provincia de Sullana evolucionó lentamente, representando actualmente el 17.16% (287,680 hab.) de la población total del departamento de Piura (1'676,315 hab.). Y el 1.01% de la población nacional (28'220,764 hab.) Según el último censo de población y vivienda 2007. En los últimos años la tasa de crecimiento promedio anual ha disminuido en forma sistemática. De 1.6% observando en el periodo 1981 - 1993 a 1.4% en el periodo 1993 - 2007, como consecuencia de una significativa reducción de la fecundidad y de la mortalidad.

CUADRO N° 05: COMPARATIVO DE SUPERFICIE Y POBLACIÓN (País, departamento y provincia)



	SUPERFICIE	POBLACION	DENSIDAD
PERU	1'285,215.00 Km2	28'220,764 Hab.	22,0 Hab. /km2
PIURA	35,891.20 Km2	1'676,315 Hab.	47,8 Hab. /km2
SULLANA	5,423.61 Km2	287,680 Hab.	53,0 Hab. /km2

Fuente: INEI Perú Crecimiento y Distribución de la población – INEI – 2007

5.4.3 ACTIVIDAD AGRÍCOLA

El recurso suelo, es un potencial recurso natural con que cuenta nuestra provincia, con agua suficiente y un clima favorable para una gran variedad



de cultivos. Existen aproximadamente 102,175.16 hectáreas para la actividad agropecuaria. Según la Junta de Usuarios del Distrito de Riego Chira, al mes de junio del 2005 existían 35,094.78 hectáreas debidamente registradas, de las cuales 31,950.79 hectáreas estaban bajo riego, quedando 67,080.38 hectáreas como superficie no agrícola destinadas a pastos naturales, montes y bosques y otras tierras. Para este caso, sólo se está considerando lo que corresponde a la provincia de Sullana, sin tomar en cuenta Paita, que registraba 2,154 usuarios, con un total de 3,553.59 hectáreas de las cuales 3,553.07 están bajo riego.

La cuenca hidrográfica del Río Chira, constituye el principal afluente de la represa o reservorio de Poechos, cuya capacidad de almacenamiento de diseño fue de 1,000 millones de metros cúbicos.

La principal amenaza para la sostenibilidad del recurso hídrico, constituye la alta colmatación por sedimentación del reservorio que reduce riesgosamente, su capacidad de oferta hídrica para el desarrollo agrario. La infraestructura de riego está constituida por una red de canales principales como el Canal Daniel Escobar, el Canal Norte y el Canal Miguel Checa y canales secundarios. Parte del proyecto Chira-Piura, es la represa de Sullana, que sirve para anejar el recurso del agua, eliminando el riego por bombeo y evitando la pérdida en el mar de 250 millones de metros cúbico anuales.

MATRIZ CAUSA - EFECTO

Matriz Nº 01: IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES

IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES	CRITERIOS DE EVALUACIÓN
---	--------------------------------



ELEMENTOS DEL MEDIO	IMPACTOS AMBIENTALES	ELEMENTOS CAUSANTES	LUGAR DE OCURRENCIA	TIPO DE IMPACTO	MAGNITUD	ÁREA DE INFLUENCIA	DURACIÓN	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	MITIGABILIDAD	SIGNIFICANCIA
Levantamiento de focos de contaminación										
AGUA	Riesgo de alteración de la calidad del agua	Descarga de aguas servidas de la población de distritos, ciudad de Sullana y periurbana	En el entorno del río Chira y canales en la ciudad de Sullana.	N	Alta	Zonal	Permanente	Alta	Moderada	Moderada
		Descarga de efluentes residuales industriales	En el entorno del río Chira, canales en ciudad y zona periurbana y rural	N	Alta	Zonal	Permanente	Alta	Moderada	Moderada
		Efluentes residuales de la actividad agrícola	En el entorno del río Chira, canales en ciudad y zona periurbana y rural	N	Alta	Zonal	Permanente	Alta	Moderada	Baja
SUELO	Riesgo de alteración de la calidad del suelo	Efluentes residuales heterogéneos, y domésticos	Suelos agrícolas y no agrícolas del entorno del río Chira, canales y de las ciudades	N	Moderada	Puntual	Permanente	Baja	Moderada	Moderada
		Basura arrojada por moradores de los barrios periféricos	En el entorno del río Chira y zonas dentro de la ciudad	N	Moderada	Puntual	Moderada	Baja	Moderada	Moderada

TIPO IMPACTO. Positivo. P Negativo. N

5.5 CLIMA

La proximidad de la ciudad de Sullana a la línea ecuatorial y la influencia que ejercen sobre ésta los desiertos costeros y la corriente de El Niño determinan un



clima sub árido tropical cálido, con una atmósfera húmeda de promedio 65% aunque en el verano, por el microclima en el valle puede llegar a 90%¹; la ciudad presenta una temperatura máxima de 40° C y una mínima de 19° C en las partes bajas siendo 26° C su promedio anual, siendo la dirección del viento en la ciudad de sur-oeste a Nor-oeste, con una velocidad máxima de 36 km/hora.

CUADRO N° 06: TEMPERATURAS DE LA PROVINCIA DE SULLANA SEGÚN LAS ESTACIONES

TEMPERATURAS			
PRIMAVERA	VERANO	OTOÑO	INVIERNO
21SEP.- 20DIC.	21DIC.- 20MAR.	21MARZ.- 20JUN.	21JUN.- 20SET.
18°C-32°C	26°C – 40°C	19°C – 30°C	17°C – 27°C

5.6 RECURSOS NATURALES FLORA Y FAUNA

La provincia de Sullana posee tierras muy ricas y fértiles. El valle del Chira es uno de los más favorecidos por la naturaleza en la costa peruana. Tiene suelos



de buena calidad, agua suficiente y clima favorable para una gran variedad de cultivos. Los suelos son de origen aluvial - coluviales. Existen 100,000 h aptas para el cultivo, de las que sólo se utilizan 30,000 por la falta de una adecuada infraestructura de riego.

La principal producción está representada por: Arroz, algodón y gran variedad de frutales tropicales en gran escala; además de sorgo, maíz y pan llevar en menor producción.

Entre los frutales que más destacan tenemos el plátano, la papaya, el limón, el mango, la ciruela, el coco, la sandía, el melón y la palma, mango ciruelo, guaba y tamarindo, por otro lado hay gran producción de yuca y camote, así como hortalizas, legumbres y una gran variedad de menestras.

La provincia está dotada de grandes extensiones de terrenos eriazos donde crece abundante pasto natural y que permite el desarrollo de la ganadería, existiendo una gran producción de ganado vacuno, caprino, porcino. Por otro lado en el reservorio de Poechos se viene experimentando la introducción de la Trucha y el Paiche y otras especies ictiológicas de agua dulce.

Sin lugar a dudas, el algarrobo es un gran recurso forestal del bosque seco típico de la flora sullanera y que nos proporciona productos maderables y diferentes a la madera y a su sombra se puede saborear la rica chicha de maíz y el pasadito por agua caliente en cualquier lugar a la vera del camino.

El algarrobo es el “pulmón”, es el ventilador del campo y la ciudad en los tiempos de estío. A su sombra no sólo se protege el poblador, el campesino, sino también el viajero, la cabra, la oveja, las putillas, los choquecos u otras aves y cuanto ser viviente que busca huir del abrasador sol sullanero.



Junto al algarrobo tenemos otros grandes recursos forestales propios de bosques secos como son el zapote, el hualtaco, el guayacán, oreja de león palo santo, pasallo, almendro, charán, overal, además del sauce, caña de guayaquil, la caña de brava, el pájaro bobo, etc.

Respecto a la fauna también es muy variada. En algunas zonas como Pazul, El Angolo se puede encontrar el tigrillo, el venado gris, el puma, el zorro, el añás (de olor fétido) y la ardilla de nuca blanca, entre las aves destacan garzas, torcaza, el gavián, pato silvestre y pájaros cantores de múltiples especies como zoñas, chirocas, putillas, negros, luisas, peches, loros y el choqueco de quien se dice muere cantando. En reptiles tenemos la lagartija, el Columbo, el macanche. La provincia es abundante en minerales no metálicos como la bentonita y baritina empleados en la industria petrolera.

Esta riqueza se ubica en los distritos de Ignacio Escudero, Miguel Checa y Lancones. No se descarta que en la zona norte de la provincia existan yacimientos de petróleo y gas.

Matriz N° 02: IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES

IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES	CRITERIOS DE EVALUACIÓN
----------------------------------	-------------------------



ELEMENTOS DEL MEDIO	IMPACTOS AMBIENTALES	ELEMENTOS CAUSANTES	LUGAR DE OCURRENCIA	TIPO DE IMPACTO	MAGNITUD	ÁREA DE INFLUENCIA	DURACIÓN	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	MITIGABILIDAD	SIGNIFICANCIA
LEVANTAMIENTO DE FOCOS DE CONTAMINACIÓN										
FLORA	Reducción de vegetación	Descarga de efluentes residuales del procesamiento de la papa	En el entorno del canal y del río Chira	N	Moderada	Puntual	Moderada	Indefectible ocurrencia	Moderada	Baja
		Efluentes residuales de la actividad agrícola, fertilizantes plaguicidas, herbicidas, insecticidas, fungicidas	En sectores de actividad agrícola que están en el recorrido del Río Chira	N	Moderada	Zonal	Permanente	Indefectible ocurrencia	Moderada	Baja
		Efluentes residuales industriales pesqueras, químicas y agroindustriales	En el entorno del Río Chira	N	Moderada	Zonal	Permanente	Indefectible ocurrencia	Moderada	Baja
FAUNA	Riesgo de perturbación de la fauna local	Descarga de aguas servidas del casco urbano de ciudad de Sullana, distritos y población periurbana.	En ambas márgenes de río Chira antes de Puente Viejo – Presa Sullana- Bajo Chira.	N	Moderada	Zonal	Permanente	Alta	Moderada	Baja
		Descarga de limpieza de planta de papa	A lo largo del canal y del río Chira.	N	Baja	Puntual	Moderada	Alta	Moderada	Baja
		Efluentes residuales de la actividad agrícola, fertilizantes plaguicidas, herbicidas, insecticidas, fungicidas	En sectores de actividad agrícola que están en el recorrido del Río Chira	N	Moderada	Zonal	Moderada	Alta	Moderada	Moderada
		Efluentes residuales industriales pesqueras, químicas y agroindustriales	En ambas márgenes de río Chira antes de Puente Viejo – Presa Sullana- Bajo Chira.	N	Baja	Zonal	Permanente	Alta	Moderada	Baja

TIPO IMPACTO. Positivo. P Negativo.

5.6.1 EL VALLE Y EL RÍO



El valle del Chira es uno de los más favorecidos por la naturaleza, con ricos y fértiles suelos, los recursos hídricos que tiene son determinantes para el desarrollo agrícola, el cual presenta un paisaje de excitante belleza, siendo motivo de inspiración de artistas y escritores y de toda persona sensible.

Una gran ventaja que favorece al valle, es el clima prodigioso seco, cálido, tropical. El motor de Sullana es la agricultura proporcionada por El río Chira da origen a estas pródigas tierras para el cultivo, pero aún no ha sido bien explotada, por lo cual el sector agro industrial se ha desarrollado medianamente siendo el ejemplo más relevante, el cultivo de caña de azúcar destinada para la producción de Etanol.

Aunque en los últimos cinco años se ha producido una diversificación de cultivos en todo el valle con lo que se ha conseguido una mejora de la economía de la provincia. Teniendo ventajas potenciales, sobre el 1° productor de plátano Ecuador, existiendo una producción de 7,000 ha de “plátano orgánico” cuya producción aumenta considerablemente cada año; entre otros cultivos que se siembran en el valle hallamos: El arroz, la siembra de algodón, de tamarindo el cual tiene mucho potencial para la exportación, algarrobo, el mango ciruelo que se cosecha todo el año, mango que abundan en el valle, El “limón” cuya cosecha en todo el año, asimismo “fréjol chileno”, “fréjol de Castilla” y “zarandaja”, maíz, sorgo, camote, yuca, hortalizas, legumbres, palta, sandía, melón, guaba, guanábana, mamey. El Río Chira es uno de los más caudalosos de la costa peruana y llega a desbordarse en épocas de lluvias.

Este río es escenario de deportes acuáticos como esquí y canotaje. Existen variados reptiles como cocodrilos y también un escenario caprichoso de bosques seco-tropicales alrededor de este río.

6. CAPITULO II: FUNDAMENTO TEORICO



6.1 CALIDAD DEL AGUA

- ❖ La sistematización y mejora de las medidas de control de calidad mediante los análisis biológicos y químicos es la mejor herramienta para lograr mantener un estándar de calidad del agua para todos los usos multisectoriales.
- ❖ La infraestructura de abastecimiento del agua potable con que cuenta la EPS Grau para conservación de la calidad del agua en líneas generales cumple con la normatividad vigente.
- ❖ La infraestructura de las plantas de tratamiento presenta en algunos casos condiciones para ser mejoradas y rehabilitadas desde un punto de vista económico y ambiental. En otros casos es posible el inicio de construcción de una red de plantas depuradoras y potabilizadoras rentables económica, social y ambientalmente.
- ❖ La EPS –Grau cuenta con aceptable infraestructura, laboratorios, equipos y personal técnico, para efectos de análisis de calidad de agua, para fines de uso potable. No obstante de acuerdo a estándares vigentes, se exige que los análisis sea realizado por empresas registradas en el Ministerio del Ambiente, en este sentido la ANA está trabajando en el monitoreo de las cuencas con empresas registradas.
- ❖ La experiencia y la presencia de asociaciones como las Juntas Administradoras de Servicios de Saneamiento-(JASS), se constituye en una opción para solucionar el problema de abastecimiento de agua potable en el ámbito semirural y rural, como ocurre actualmente. El incremento de dichas JASS es una gran potencialidad para ocupar los vacíos que no atiende la EPS Grau en las provincias no atendidas con abastecimiento de agua.
- ❖ Las ONGS cuentan con recursos financieros, personal calificado y realizan capacitaciones en materia de calidad del agua, lo cual puede ser incrementado



para orientarlas a este tema que ocasiona un significativo porcentaje de mortalidad infantil por enfermedades derivadas de la mala calidad del agua.

- ❖ La JU San Lorenzo ha destinado un porcentaje de la tarifa de agua para uso agrícola para orientarla a la preservación y conservación de la calidad del agua en las zonas altas, ejemplo que deben seguir las otras JU de la Cuenca Chira-Piura, debidamente supervisadas para que los recursos se utilicen como se ha previsto.
- ❖ La ANA a través de sus organismos desconcentrados, tanto la AAA como las ALAS posee personal capacitado para realizar los monitoreos, supervisar, proveer la logística y ejecutar programas de capacitación en temas específicos de calidad del agua.

6.2 AGUAS SUPERFICIALES: CUENCA DEL CHIRA

Las aguas de la cuenca Chira presentan una variación estacional de temperaturas, entre los 20°C y 32°C. Su pH es ligeramente básico (entre 7,5 y 8,5) debido a la naturaleza calcárea del suelo.

Tras el análisis de los datos existentes en la cuenca del Chira, los principales problemas de calidad que se encuentran en la cuenca son:

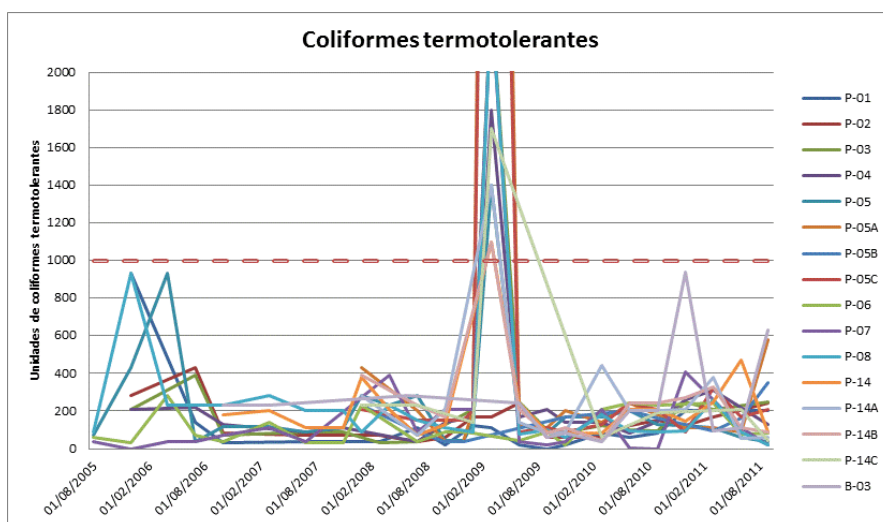
6.2.1 PRESENCIA DE COLIFORMES TOTALES Y TERMOTOLERANTES

En gran parte de los puntos de control se encuentran valores elevados de coliformes totales y Termotolerantes. Si bien no suelen superar las 1000 unidades (límite para ríos de categoría III: aguas de riego y bebida de animales), no es agua que pueda servir para abastecimiento sin un tratamiento adecuado. Estos valores son más elevados en parte baja de la cuenca y se intensifican en épocas de estiaje

por menor efecto de dilución. La población es el contribuyente principal de este parámetro, vía efluentes domésticos, posibles deficiencias sanitarias y en menor escala el ganado.

La excepción viene dada por el punto de muestreo P10 (Puente Viejo de Sullana) donde el recuento de coliformes supera las 24000 unidades en el 90% de los muestreos realizados desde el año 2005.

GRAFICO N° 01: se observa a evolución de los valores de coliformes Termotolerantes en los diferentes puntos de muestreo del Chira hasta 2011.



EVOLUCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN POR COLIFORMES TERMOTOLERANTES EN EL CHIRA
(FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, 2012)

Si analizamos los resultados de los últimos 4 monitoreos participativos, se puede observar que los valores de coliformes termotolerantes que superan los ECA se concentran en la zona media-baja de la cuenca, y cerca de los principales centros urbanos.

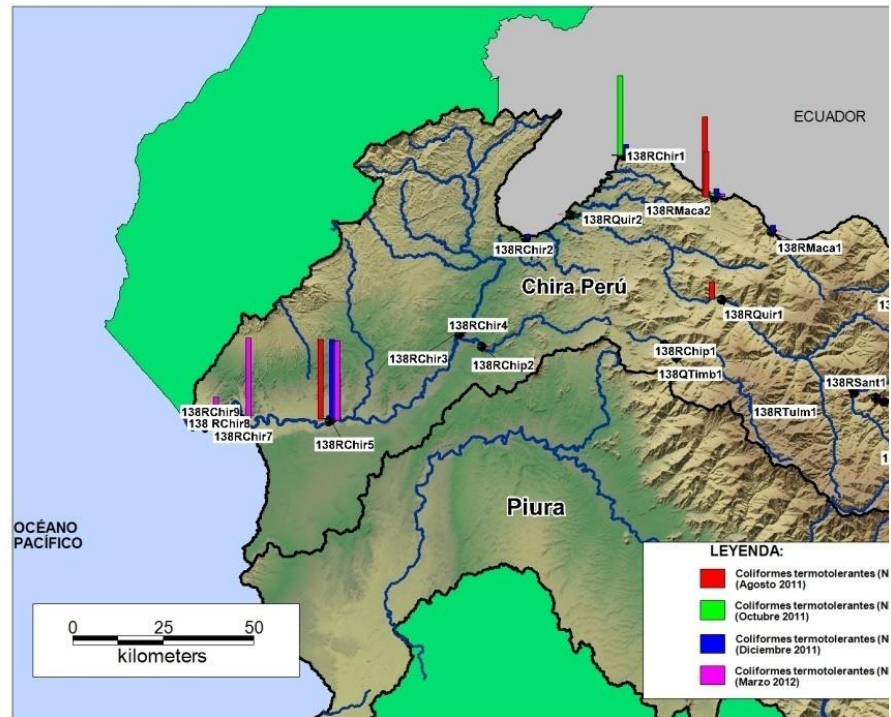


Figura 1. VALORES DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES EN EL CHIRA QUE SUPERAN LOS ECA (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, 2012)

6.2.2 OXÍGENO DISUELTO

En general, las aguas están cerca a la concentración de saturación de oxígeno, sus valores son de unos 8 a 9 mg/l, esto quiere decir, que son aguas bien aireadas.

Del análisis de los datos históricos disponibles, tal y como se observa en el gráfico, hay que destacar la mala oxigenación del punto P10 (Puente Viejo de Sullana), punto en el cual se detecta una gran presencia de materia orgánica y de fosfatos (eutrofización). En este punto, de gran densidad poblacional y actividad antrópica, se produce una gran cantidad de efluentes (domésticos, industriales y comerciales).

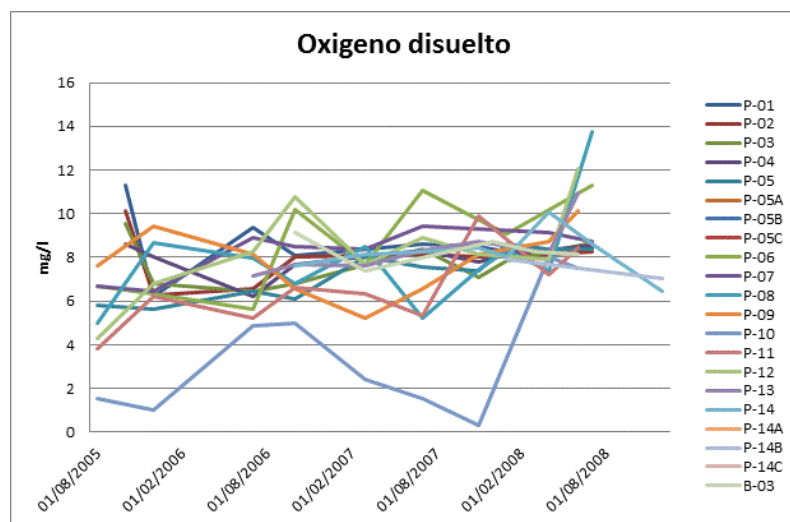


GRAFICO N° 02:EVOLUCIÓN DE LOS VALORES DE OXÍGENO DISUELTO EN EL CHIRA (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, 2012)

De los últimos muestreos sólo se dispone de resultados de oxígeno disuelto para agosto del 2011 y marzo del 2012. En la siguiente figura, los valores de oxígeno disuelto son más bajos cerca de los centros urbanos y cabe destacar la gran diferencia que existe en toda la cuenca entre las dos épocas analizadas (estiaje y

no estiaje), donde se refleja la influencia del caudal sobre la oxigenación del agua.

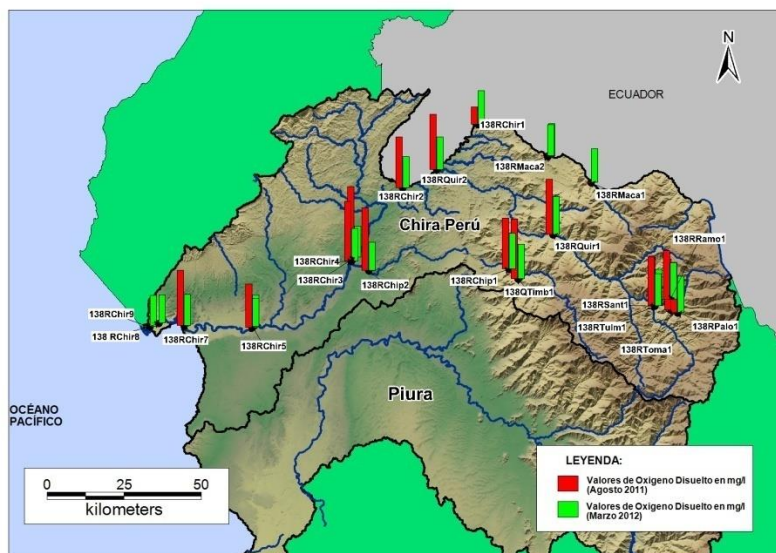


Figura 2. VALORES DE OXÍGENO DISUELTO EN EL CHIRA (ELABORACIÓN PROPIA)

6.2.3 PRESENCIA DE METALES PESADOS

En los monitoreos de los últimos años se encuentra presencia de metales pesados como hierro, cobre, plomo, cromo y zinc. Si bien no superan en ningún caso los límites establecidos por la ley de agua clase III (aguas de riego de vegetales y bebida de animales).

Algunos de los metales controlados deben su presencia a la geoquímica de la parte alta de la cuenca. En algunos momentos puntuales se han detectado concentraciones de bario que superan los 8 mg/l y que provienen de la existencia de sales solubles de Bario (presencia natural de minerales que contienen carbonatos de bario). Por otra parte, el metal más abundante en el río es el hierro, especialmente en las partes más altas de la cuenca, y de manera muy llamativa

en época de lluvias. La presencia de este metal viene dada por la geoquímica del terreno, de gran abundancia de sales solubles de hierro que llegan al agua superficial por lavado de suelos.

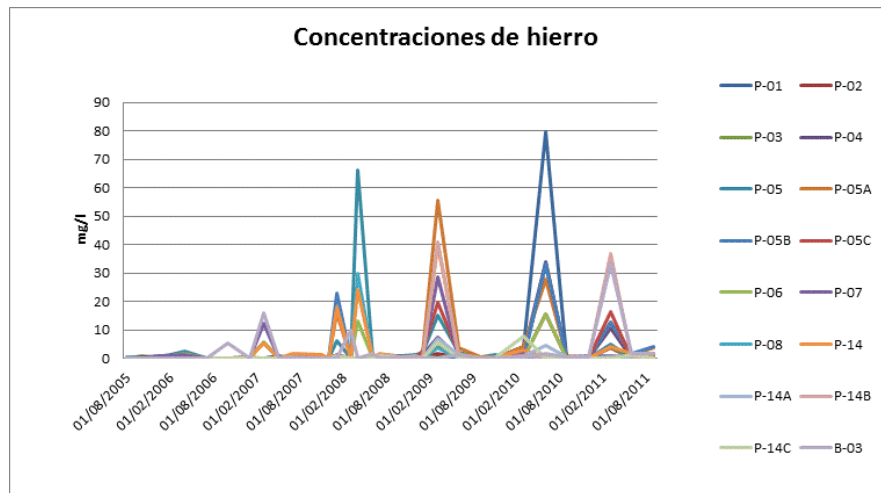
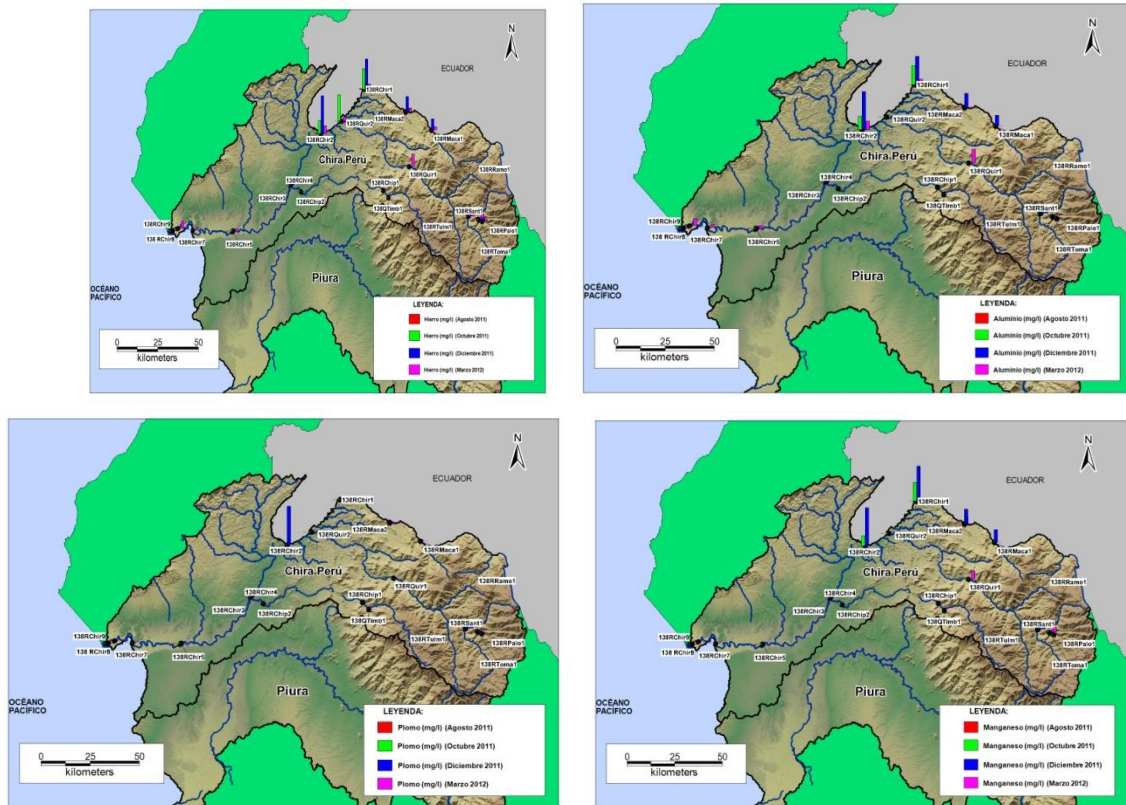


GRAFICO N° 03: EVOLUCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN POR HIERRO EN EL CHIRA (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, 2012)

En los últimos monitoreos realizados (agosto 2011, octubre 2011, diciembre 2011 y marzo 2012), se detectan valores ligeramente superiores a los ECA de aluminio ($>0,1$ mg/l en toda la cuenca), cromo (detectado en la zona baja del Chira en marzo 2012, cuando no era detectable en los muestreos anteriores) y hierro (valores que superan los ECA en casi todos los casos y que llegan a alcanzar los 8 mg/l en el monitoreo de marzo 2012). Citar que se detectó presencia de mercurio y níquel en los análisis de agosto 2011 cerca de la ciudad de Sullana, metales que nose han vuelto a detectar en ningún punto.

EN LA FIGURA N° 03: SE MUESTRAN LOS METALES QUE SUPERAN LOS VALORES DE ECA.



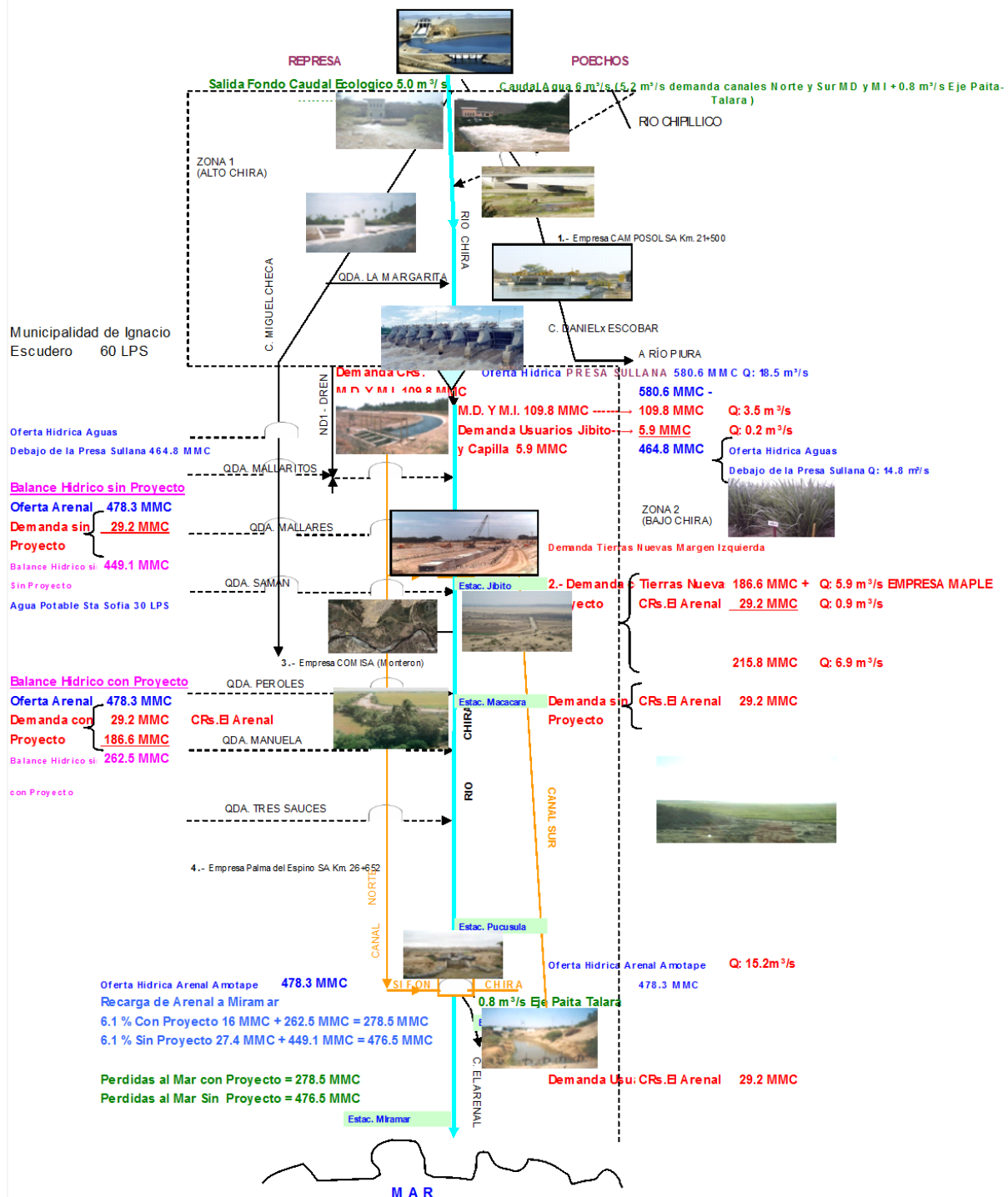
**FIGURA 03: METALES QUE SUPERAN LOS ECA EN LA CUENCA CHIRA
HIERRO, MANGANESO, PLOMO Y ALUMINIO, (FUENTE: AAA-JZ, 2012)**

6.2.4 COMPUESTOS NITROGENADOS Y FOSFORADOS

La presencia de compuestos nitrogenados (amonio, nitratos y nitritos) está presente en forma importante, si bien en los últimos monitoreos (2011 y 2012) no se superan los ECA. Muy probablemente se deben al uso de abonos nitrogenados y el lavado de suelos que contienen estas sustancias. Presentan comportamiento errático con respecto a sus valores conforme el agua va bajando y de acuerdo a la estación, ya que su presencia depende más que todo de la actividad humana. Por otra parte los fosfatos superan los valores ECA en la parte baja y desembocadura del Chira (valores superiores a 1 mg/l en los muestreos de octubre y diciembre). Estos valores indican una presencia xcesiva de nutrientes, debido a los vertimientos agrícolas y la presencia del lirio acuático.

FIGURA N° 7 GENERAL DEL SISTEMA HIDRÁULICO CHIRA

DIAGRAMA DEL SISTEMA HIDRAULICO DEL RIO CHIRA



6.3 CARACTERÍSTICAS DE LAS AGUAS NATURALES



6.3.1 FUENTES DE ABASTECIMIENTO:

Se pueden dividir las fuentes de abastecimiento en fuentes superficiales y fuentes subterráneas.

❖ FUENTES SUPERFICIALES

Las aguas que se encuentran en ríos, lagos y lagunas son susceptibles de emplearse con o sin tratamiento previo, para su consumo como agua potable.

Hace años y hasta fines del siglo XIX, era común tener una fuente de suministro de este tipo y era posible consumir esta agua de una manera segura sin ningún tratamiento previo, y sin requerir siquiera desinfección ya que el agua estaba libre de microorganismos patógenos.

El crecimiento de la población con el consiguiente incremento en la producción de desechos que se integran a estas fuentes superficiales, y la revolución industrial, tuvieron como consecuencia el deterioro de la calidad del agua de las fuentes de suministro más inmediata que son las aguas superficiales.

Actualmente un río, lago o laguna no contaminada por sustancias orgánicas, inorgánicas o por bacterias patógenas es algo raro o inusual, por lo que todas estas aguas requieren de un tratamiento previo, para hacerla cumplir con los parámetros de calidad de agua potable.

Aunque estas fuentes de abastecimiento son las más contaminadas también son las que requieren de menor infraestructura para su extracción y consumo, por lo que cuando se tienen disponibles y en abundancia, es mejor opción que la perforación de pozos para extracción de agua subterránea.



Las aguas naturales se caracterizan por ciertos parámetros que definen sus propiedades y calidad. Esta caracterización se hace en virtud de sus propiedades físicas y químicas.

❖ **FUENTES SUBTERRÁNEAS:**

Las fuentes subterráneas son aquellas en las que el agua se encuentra bajo la superficie y para extraerse se requiere de la perforación de un pozo. La calidad de estas aguas es mejor que las que se encuentran en la superficie, ya que es difícil o poco probable que éstas sean contaminadas por residuos y aguas residuales generadas por la actividad del hombre.

Su principal desventaja es que los acuíferos cada vez están a mayores distancias de perforación, lo cual encarece el costo de perforación y de bombeo, además de que a medida que se hace más profunda la perforación, es mayor la probabilidad de que estas aguas contengan metales y compuestos tóxicos (plomo, arsénico, flúor, etc.), o metales problemáticos como fierro y manganeso.

6.3.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LAS AGUAS

❖ **SÓLIDOS TOTALES:**

Los sólidos totales es la suma de los sólidos disueltos y en suspensión que la muestra de agua pueda contener. Se puede decir que las aguas naturales son un conjunto de agua con sólidos disueltos y suspendidos.

❖ **SÓLIDOS DISUELTOS:**

Los sólidos disueltos lo constituyen las sales que se encuentran presentes en el agua y que no pueden ser separados del líquido por algún medio físico, tal como: sedimentación, filtración, etc. La presencia de estos sólidos no es detectable a simple vista, por lo que se puede tener un agua completamente cristalina con un alto contenido de sólidos disueltos.



La presencia de estos sólidos solo se detecta cuando el agua se evapora y quedan las sales residuales en el medio que originalmente contiene el líquido.

Analíticamente se miden pesando la cápsula con las sales residuales, una vez que el agua ha sido evaporada, y conociendo el peso neto de la cápsula es posible determinar la cantidad de sólidos disueltos por diferencia de peso.

También es posible cuantificar los sólidos disueltos midiendo la conductividad del agua: los sólidos disueltos se encuentran en forma de cationes y aniones, por lo que éstos como partículas con carga pueden conducir la corriente eléctrica, y así pueden ser cuantificados indirectamente, con cierta precisión, midiendo la conductividad del agua como se describe posteriormente.

❖ **SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN:**

Los sólidos en suspensión es el material que se encuentra en fase sólida en el agua en forma de coloides o partículas sumamente finas, y que causa en el agua la propiedad de turbidez. Cuanto mayor es el contenido de sólidos en suspensión, mayor es el grado de turbidez.

A diferencia de los sólidos disueltos, estos pueden separarse con mayor o menor grado de dificultad por procesos mecánicos como son la sedimentación y la filtración.

Analíticamente se determinan pasando un volumen medido de una muestra de agua a través de una cápsula la cual tiene una membrana o filtro con poros de 0.2 micrones dónde son retenidos los sólidos



suspendidos, cuando se filtra la muestra de agua. Las partículas o sólidos suspendidos se componen de material orgánico e inorgánico. El material orgánico es principalmente algas o microorganismos y el inorgánico son: arcillas, silicatos, feldespatos, etc.

❖ **SÓLIDOS VOLÁTILES Y NO VOLÁTILES:**

En los sólidos suspendidos se tiene material orgánico e inorgánico. La materia orgánica es susceptible de separarse por calcinación de la muestra. Para esto, la cápsula que retiene los sólidos suspendidos se calcina a 550°C y el material orgánico se volatiliza en forma de bióxido de carbono y agua. El material inorgánico es inerte y no volátil, por lo que es retenido en la cápsula y por diferencia de peso se pueden cuantificar los sólidos volátiles y no volátiles.

❖ **TURBIDEZ:**

Es la capacidad que tiene la materia finamente dividida o en estado coloidal de dispersar la luz. La turbidez es una característica que se relaciona con el contenido de sólidos finamente divididos que se presentan en el agua. Sus unidades son NTU's (Nephelometric Turbidity Units).

Un agua turbia estéticamente es desagradable y es rechazada por el consumidor. La turbidez del agua es un parámetro de importancia no solo porque es una característica de pureza en el agua a consumir. También la turbidez interfiere en procesos de tratamiento de las aguas como es en la desinfección con agentes químicos o con radiación ultravioleta, disminuyendo la efectividad biocida de éstos lo cual representa un riesgo en el consumidor.

❖ **TEMPERATURA:**

La temperatura es un parámetro físico de suma importancia para los ecosistemas hidráulicos, aunque no es parte de las características de



calidad del agua potable. Cuando la temperatura aumenta, disminuye la concentración de oxígeno disuelto y si las aguas son deficientes en oxígeno, esto puede ocasionar la muerte de especies acuáticas, especialmente peces. También, la contaminación térmica puede causar trastornos en ecosistemas acuáticos ya que en algunos casos el rango de temperatura de estos, es sumamente restringido.

❖ **COLOR:**

El color es una propiedad física que indirectamente describe el origen y las propiedades del agua. La coloración del agua indica la posible presencia de óxidos metálicos, como puede ser el óxido de hierro, el cual da al agua un color rojizo.

Las algas y material orgánico en degradación también imparten color al agua. Si esto ocurre, la coloración puede deberse a la presencia de algas y microorganismos en el agua de suministro.

El color, olor y sabor así como la turbidez, son parámetros que en forma conjunta le dan calidad al agua en lo que se refiere a sus características estéticas que son muy importantes para el usuario o consumidor.

6.3.3 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS Y FISICOQUÍMICAS

❖ **CIANUROS:**

Los cianuros por supuesto no deben estar presentes en las aguas potables, sin embargo, por su alta toxicidad y por la posibilidad de que éste compuesto se presente en aguas potables debido a derrames accidentales o por infiltración de desechos con este contaminante, periódicamente se debe monitorear en los yacimientos y en el agua de suministro.



La toxicidad del cianuro se debe a que el radical $-C\equiv N$ se liga a la hemoglobina irreversiblemente y con mayor fuerza que el oxígeno y la persona o animal de sangre caliente muere de asfixia ya que no hay transporte de oxígeno.

El límite máximo permitido de este contaminante en aguas potables es de 0.2 mg/L

❖ **NITRATOS:**

Los nitratos y especialmente los nitritos son indeseables en las aguas potables ya que pueden causar la enfermedad conocida como metahemoglobinemia.

La metahemoglobinemia es una condición en la cual el organismo intercambia nitritos en los grupos heme de la sangre que son los que se encargan del transporte de sangre en todo el organismo.

Como el nitrito es isoelectrónicamente similar al oxígeno, si la concentración de nitritos en los fluidos corporales es muy alta, los nitritos ocupan el lugar del oxígeno en la hemoglobina y bajo ciertas circunstancias se puede presentar una condición de anoxia.

Esto ocurre cuando una persona ingiere altas cantidades de nitritos y por su metabolismo es susceptible a esta condición, puede morir por asfixia.

La metahemoglobinemia que se supone es la causa de algunas muertes de cuna o muerte infantil en niños recién nacidos o de menos de tres meses de edad, puede ser atribuida a la presencia de altos niveles de nitratos en el agua de consumo en bebés predispuestos a esta condición.



Esto puede explicarse porque los neonatos aún no tienen una alta acidez en sus jugos gástricos, y favorecen las condiciones reductoras en las cuales los nitratos presentes en el agua potable se convierten parcialmente a nitritos en un medio no ácido.

Esto no ocurre con frecuencia en adultos normales, pero si puede presentarse cuando la persona es predispuesta o ingiere altas cantidades de nitritos (en embutidos y otras conservas).

Debido a los escurrimientos agrícolas, donde se emplean cantidades exageradas de fertilizantes nitrogenados, ya no es raro encontrar aguas superficiales y hasta los mantos acuíferos subterráneos con niveles anormales de nitrógeno en sus diferentes formas químicas, especialmente como nitratos.

La norma de calidad de agua potable permite un máximo de 10 mg/L de nitrógeno en forma de nitrato.

❖ **FÓSFORO:**

Aunque el fósforo no presenta toxicidad en los seres vivos, la presencia de fosfatos en aguas potables indica la posibilidad de contaminación del acuífero por aguas contaminadas o aguas residuales.

Debido a que el fósforo se encuentra presente en cantidades relativamente altas en aguas residuales y aguas de riego agrícola, su presencia en valores mayores a los valores normales en aguas potables, puede deberse a una contaminación o infiltración de aguas residuales al yacimiento de agua potable, Aunque el fósforo no representa toxicidad o daño alguno, los herbicidas o pesticidas organofosforados que también están presentes en las aguas de riego agrícola son una advertencia de la



calidad del agua ya que la presencia de fósforo en el agua puede ser debida a los agroquímicos fosforados.

Si se debe a la infiltración de aguas residuales sin tratamiento previo, también son un riesgo al consumidor de estas fuentes de agua natural.

❖ **PESTICIDAS, AGROQUÍMICOS Y ORGÁNICOS SINTÉTICOS:**

La presencia de este tipo de compuestos en el agua siempre es por causas antropogénicas (generadas o inducidas por el hombre). Cuando se integran al agua, aún en muy pequeñas cantidades son sumamente nocivas y cuando sus valores son mayores a los máximos permisibles, hacen inadecuada el agua para su consumo.

Estos compuestos resultan del uso indiscriminado y sin control de herbicidas y pesticidas en la actividad agrícola, o de la disposición inadecuada de solventes y compuestos orgánicos generados en la actividad industrial. También su presencia en el agua puede deberse a derrames y accidentes cuando estos compuestos orgánicos son transportados por vía terrestre.

Estas sustancias son nocivas no únicamente al hombre sino también a los peces y a toda la vida acuática en general, por lo que su detección y cuantificación es sumamente importante para tomar acciones preventivas, así como para implementar sistemas que eliminen del agua estos agentes tóxicos.

La detección y cuantificación de este tipo de compuestos es sumamente difícil y requiere de técnicas analíticas complejas y costosas ya que existen miles o cientos de miles de compuestos químicos de esta naturaleza, por lo que es prácticamente imposible detectar y cuantificar



individualmente cada una de estas sustancias en una fuente de suministro de agua.

❖ **DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO (DBO)**

La Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO, es una de las pruebas más importantes para medir los efectos contaminantes de un agua residual, pero también es un parámetro de importancia en aguas potables. La DBO es definida como la cantidad de oxígeno requerida por las bacterias, para estabilizar la materia orgánica biodegradable, bajo condiciones aerobias. Por materia biodegradable se entiende o se interpreta como la materia orgánica que sirve como alimento a los microorganismos y que proporciona energía como resultado de su oxidación.

La DBO es ampliamente utilizada para determinar el grado de contaminación en materia orgánica biodegradable, en aguas residuales domésticas e industriales. Esta prueba es una de las más importantes en el control de contaminación en aguas, por lo que las agencias de regulación de la contaminación le dan suprema importancia. También la DBO es imprescindible al estimar y diseñar reactores y equipo para la digestión aeróbica de las aguas residuales a depurar.

Para esta prueba se mide la cantidad de oxígeno que requieren las bacterias aerobias cuando consumen la materia orgánica biodegradable presente en el agua residual que se analiza. Para esto se inocula con bacterias aerobias la muestra de agua a analizar, y después de cinco días se mide la concentración de oxígeno residual.

La cantidad de oxígeno consumido se determina midiendo el oxígeno disuelto al inicio y al término de la prueba.

Se ha tomado como tiempo de biodegradación de la muestra un tiempo de 5 días. Generalmente este es el tiempo que se requiere para que las



bacterias digieran la materia orgánica biodegradable. También, debido a la baja solubilidad del oxígeno, en muestras con altos valores de DBO es necesario tomar alícuota de la muestra para asegurar que el oxígeno disuelto inicialmente, sea suficiente para la biodegradación completa. También para esta prueba se requiere que la temperatura se mantenga constante a 25°C durante los cinco días de incubación.

Para que las bacterias aerobias inoculadas, tengan condiciones favorables de crecimiento y desarrollo deben estar ausentes sustancias tóxicas como: metales tóxicos, cloro, etc.; asimismo los nutrientes necesarios como: fósforo, nitrógeno, calcio, magnesio, potasio, etc. deberán encontrarse en la solución de fermentación.

Las aguas naturales generalmente tienen valores muy bajos de DBO, pero es muy conveniente medir este parámetro sobre todo cuando la fuente de suministro es un agua de dudosa cálida.

❖ **DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO (DQO):**

Este otro tipo de prueba consiste en determinar la cantidad total de materia orgánica, en términos de la cantidad de oxígeno que se requiere para oxidar ésta a dióxido de carbono y agua.

Para esto se efectúa la oxidación de dicha materia orgánica utilizando agentes fuertemente oxidantes en un medio ácido.

Debido a las condiciones tan drásticas empleadas en la oxidación, prácticamente toda la materia orgánica es oxidada a bióxido de carbono y agua. Sustancias que no son fáciles de digerir biológicamente como por ejemplo la lignina, son oxidadas completamente como resultado de los oxidantes empleados y debido a esto los valores de Demanda Química



de Oxígeno DQO son siempre mayores a la DBO, en un agua residual específica.

La forma de llevar a cabo esta prueba es tomando una alícuota de la muestra y agregándole un volumen específico de solución de dicromato de potasio valorado. Bajo condiciones ácidas, a una temperatura de 150°C y en presencia de un catalizador la materia orgánica es completamente oxidada a bióxido de carbono y agua. Midiendo el dicromato de potasio consumido y de acuerdo a la relación estequiométrica, es posible determinar el oxígeno consumido por la muestra analizada, este oxígeno requerido es la DQO.

La medición de DQO y DBO en una muestra de agua, está directamente relacionado con su grado de contaminación, así como con la naturaleza de la materia que compone los desechos sólidos, ya que a través de esta prueba es posible estimar que proporción del total de la materia orgánica es biodegradable. Esto es de gran importancia en el proceso de digestión aeróbica, puesto que de antemano se conoce cuál es el mínimo residual de materia orgánica en un agua de desecho.

Al igual que la DBO, la DQO en aguas potables debe ser sumamente baja y es un parámetro a determinar cuando la calidad del agua es incierta.

❖ **COMPUESTOS ORGÁNICOS REFRACTARIOS:**

Compuestos orgánicos refractarios son aquellos que son persistentes en su descomposición a otros compuestos diferentes de estructura química más sencilla. También se le llama Compuestos Orgánicos Persistentes, por esta misma razón.

La mayoría de los compuestos orgánicos presentes en las aguas naturales son destruidos o transformados a otros compuestos inocuos (como



bióxido de carbono y agua) por la acción de la radiación solar ultravioleta, por descomposición microbiana, por efecto del contacto con ozono o medios similares.

Los orgánicos refractarios o persistentes no se descomponen fácilmente y pueden permanecer inalterados a pesar de los tratamientos biológicos, químicos y fisicoquímicos que se dan al agua. Muchos de estos compuestos son tóxicos por lo que su presencia en aguas que se pretenden emplear como potables representa un riesgo.

Los más comunes son sintéticos como: gasolinas y derivados del petróleo, insecticidas, herbicidas y pesticidas, solventes orgánicos, etc.

Aunado a su toxicidad, otro gran inconveniente es la dificultad de su detección y cuantificación. La cantidad de compuestos tóxicos que se pueden presentar en el agua por derrames accidentales, por descuidos y negligencia u otras razones, es de miles de ellos, y para detectarlos se deben emplear individualmente técnicas de cromatografía de gases y/o de líquidos acoplado con espectrometría de masas, y espectroscopía de infrarrojo.

Muy pocos organismos encargados de la calidad del agua que se suministra a los usuarios disponen del equipo, laboratorios, personal capacitado y tiempo para detectar y cuantificar cada uno de estos posibles componentes presentes en el agua. Se tiene la opción de efectuar en la muestra la prueba de Carbono.

Orgánico Total (COT) [o por sus siglas en inglés Total Organic Carbon (TOC)]. En esta técnica, a la muestra de agua se agrega ácido clorhídrico para descomponer a bióxido de carbono los bicarbonatos y carbonatos que contiene el agua y diferenciar del bióxido de carbono que se produce posteriormente por el tratamiento térmico de la muestra.

Se evapora el agua y los residuos se someten a altas temperaturas, y el material orgánico que pueda estar presente en la muestra de agua se



descompone a CO₂ y H₂O. Un detector de infrarrojo cuantifica el CO₂ generado ya que este tiene una banda de absorción en el espectro infrarrojo, y se puede detectar con un espectrómetro IR no dispersivo, o también se puede absorber en agua el CO₂ generado en la combustión y se mide la conductividad de ésta antes y después de la absorción y comparando con los estándares se puede medir el contenido de CO₂, que es directamente proporcional al contenido de materia orgánica presente en el agua.

Obsérvese que en esta técnica de COT, se cuantifica todo el material orgánico contenido en la muestra de agua y no solo los orgánicos refractarios, pero aunque todavía no se tienen parámetros de calidad, es la única forma relativamente sencilla de tener un valor de comparación y evaluar el riesgo de consumir aguas con COT relativamente alto

❖ pH :

El potencial hidrogeno o pH, es un parámetro de suma importancia tanto para aguas naturales como aguas residuales. El rango de pH en el cual pueden interactuar los ecosistemas y sobrevivir las especies que lo conforman, está sumamente restringido, por lo cual si este valor es alterado, los procesos biológicos que normalmente se llevan a cabo pueden ser perturbados y/o inhibidos y las consecuencias son adversas. Por definición pH es el logaritmo inverso de la concentración de ión hidrogeno.

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+] = \log(1/[\text{H}^+])$$

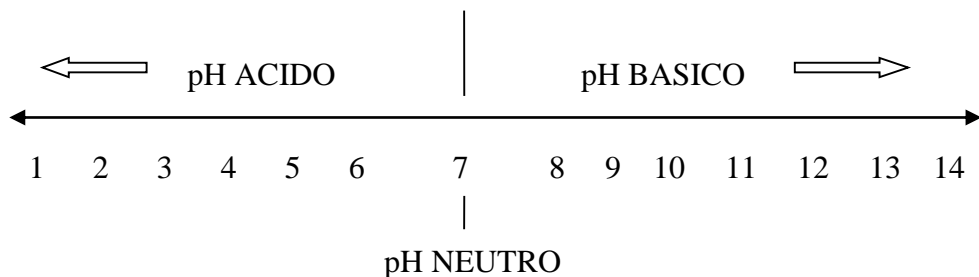
En aguas naturales y residuales el valor del pH define si las condiciones de esta son ácidas o básicas.



Un pH menor de 7.0 indica acidez en el agua, cuanto menor sea el valor del pH mayor es la concentración de iones hidrogeno y mayor es la acidez.

Por encima de un pH de 7.0 se tienen condiciones básicas en el agua. La concentración de iones hidrogeno es baja y se dice que el agua es alcalina.

Cuando el pH es de 7.0 se dice que el pH es neutro y el agua no tiene características ácidas ni alcalinas. En las aguas naturales y residuales el valor del pH está en el rango de 6.0 a 8.0 unidades de pH, y estos valores son los más adecuados para la actividad biológica de los ecosistemas



CUADRO N° 07: RANGO DE pH

❖ **AZUFRE Y SULFATOS:**



El azufre ocurre en las aguas naturales en forma de ión sulfato SO_4^{-2} . El sulfato es el resultado de la oxidación del ácido sulfhídrico H_2S originalmente presente en el agua o en el acuífero. Altos niveles de este compuesto no presentan toxicidad pero si problemas en la calidad y usos del agua.

❖ **FIERRO Y MANGANESO:**

Fierro y manganeso casi siempre se encuentran presentes en forma conjunta, por lo que si en el agua se tienen niveles relativamente altos de fierro, seguramente el manganeso estará presente en concentraciones problemáticas para el uso del agua.

Ni el fierro ni el manganeso representan un problema de toxicidad, pero la calidad del agua no es la deseada cuando se tienen altos valores de estos elementos.

Cuando estos metales precipitan del agua dónde originalmente se encuentran disueltos, forman depósitos color amarillo o café oscuro, o una lama negra sumamente desagradable. Esta precipitación ocurre cuando el agua tiene contacto con el aire y se oxidan los metales ocurriendo la precipitación.

La precipitación de los metales puede ocurrir en la cerámica del baño, muy frecuentemente en la taza del retrete o excusado, en lavamanos y en general en toda la tubería y accesorios domésticos que entran en su contacto, como cuchillería, platos, vajilla y demás.

Si esta agua se emplea en el lavado de ropa, al agregar cloro, blanqueadores y otros detergentes, favorecen la oxidación y precipitación del metal y estos precipitados manchan la ropa, siendo más notorio en la ropa blanca, por lo que aguas de estas características son indeseables en



hospitales, hoteles, lavanderías y hogares en general, y es conveniente darle un tratamiento previo.

También el consumo de agua con fierro y manganeso por arriba de la norma de calidad establecida, causa problemas de sabor en el consumidor no acostumbrado, por lo que si esta agua se emplea en la formulación de bebidas, refrescos y alimentos en general los resultados pueden ser muy desagradables.

En el capítulo correspondiente se detallan más ampliamente los problemas causados por estos elementos y la forma de tratamiento del agua para corregirlos.

❖ **FLÚOR:**

La presencia de flúor en el agua es un problema que se presenta con mucha frecuencia en yacimientos subterráneos sobreexplotados o cuando las condiciones de mineralización del yacimiento donde se encuentra el acuífero favorecen la presencia de flúor en el agua, por lixiviación de minerales que contienen este anión.

Aunque puede ocurrir, es difícil de atribuir la alta concentración de flúor en el agua como una consecuencia de la actividad del hombre.

El flúor en el agua es un tema de discusión muy polémico y de actualidad. Está demostrado que el consumo de flúor en pequeñas dosis es benéfico para la dentadura ya que fortalece y endurece esta, al formar en los dientes una capa protectora de fluoruro de calcio, más resistente a la caries dental que el fosfato de calcio que es el esmalte natural.

En dosis moderadas el flúor tiene este efecto benéfico, pero en dosis altas el fluoruro de calcio se fija no solo en los dientes sino también en los huesos formando fluoruro de calcio, el cual se deposita como precipitado



ya que tiene una constante de producto de solubilidad sumamente baja ($K_{ps}=1.7 \times 10^{-10}$).

Estos depósitos causan endurecimiento de estos órganos y el organismo sufre deformaciones y adquiere la enfermedad llamada osteoporosis o endurecimiento y deformación del sistema óseo.

El límite máximo permitido en agua potable es de 2.5 mg/L

❖ METALES TÓXICOS:

Algunos metales como: cromo, níquel, cadmio, mercurio, plomo arsénico, selenio, etc., presentan toxicidad. La ingestión de ellos aún en cantidades mínimas pero durante un largo periodo, como es toda una vida promedio, puede causar daños en el organismo.

La ingestión de metales tóxicos incrementa el riesgo de aparición de tumores, enfermedades en órganos vitales como aparato digestivo, respiratorio y reproductivo con consecuencias no solo al consumidor sino a su descendencia.

El daño y grado de toxicidad depende del elemento, ya que algunos son más tóxicos que otros, de la dosis ingerida o tiempo de exposición al contaminante y de la salud o condición física del receptor del agente.

La toxicología y mecanismo a través del cual los metales interfieren con los procesos enzimáticos y como causan daños a nivel celular en órganos vitales del ser humano y de animales, se puede encontrar en un tratado de toxicología.

Como consecuencia de esto se ha establecido un límite máximo para los diferentes metales y metaloides en agua potable y estos niveles son mínimos, del orden de partes por billón, para minimizar el riesgo de daños en los consumidores de agua potable.



❖ CONDUCTIVIDAD:

La conductividad es una medida indirecta de la cantidad de sales ó sólidos disueltos que tiene un agua natural. Los iones en solución tienen cargas positivas y negativas; esta propiedad hace que la resistencia del agua al flujo de corriente eléctrica tenga ciertos valores. Si el agua tiene un número grande de iones disueltos su conductividad va a ser mayor. Cuanto mayor sea la conductividad del agua, mayor es la cantidad de sólidos o sales disueltas en ella.

Como es rápido y relativamente fácil medir la conductividad de una muestra de agua, este parámetro de medición es muy empleado cuando se desea conocer la cantidad de sólidos totales disueltos (STD), Los STD, es el contenido de sales solubles que una muestra de agua en particular contiene. Como ya se ha descrito anteriormente, una forma de conocer este valor, es filtrando el agua a través de una membrana de 0.2 micrones para retener los sólidos suspendidos y después de evaporar el filtrado se pesa y se tara para cuantificar estos sólidos gravimétricamente.

Esta forma de determinar los STD, requiere de tiempo, es una técnica analítica de alta precisión y está sujeta a errores si no se efectúa con los cuidados requeridos.

Es posible estimar la concentración de sales midiendo la conductividad del agua y relacionar este valor con la cantidad total de sales disueltas, pero para esto se deberán tener ciertas reservas: la conductividad del agua es la suma de las conductividades individuales de cada uno de los iones que se encuentran en la solución acuosa.

Por ejemplo el ión hidrógeno H^+ , es mucho mejor conductor de la corriente eléctrica que el ión Na^+ . Los dos tienen la misma carga (+1), pero como el protón es mucho más ligero ($H^+=1$ gr/mol, $Na^+=23$ gr/mol), se desplaza o mueve mucho más aprisa que el ión sodio.



En las aguas naturales se asume que aunque el contenido de sales disueltas entre dos muestras de agua es diferente, la distribución en composición porcentual de cada uno de los iones que se encuentran en solución es más o menos similar, por lo que una comparación entre sus valores de conductividad es equivalente a su concentración en sales disueltas.

La conductividad de una solución se expresa en Siemens/cm (S/cm) mili Siemens/cm (mS/cm) ó micro Siemens/cm (μ S/cm). En aguas naturales es conveniente expresar su conductividad en (μ S/cm).

Para fines prácticos se establece la siguiente relación:

Conductividad μ S/cm _ ppm STD (Sólidos Totales Disueltos) $\times 2$

“La conductividad en micro Siemens/cm es aproximadamente igual a los STD en partes por millón multiplicado por dos”.

Lo inverso de la conductividad es la resistencia, y la medición de la resistencia del agua es otra forma de expresar o medir el contenido de sólidos disueltos en el agua.

Pocos parámetros de medición son tan confusos en sus diferentes formas de expresión o nomenclatura, como es la conductividad y resistividad de las soluciones, por lo que nosotros emplearemos generalmente la conductividad y la concentración de STD en ppm, como forma de expresión de este valor.

❖ **SALINIDAD Y CALIDAD DEL AGUA:**

Todas las aguas naturales contienen sales disueltas (sólidos en suspensión), y la salinidad del agua es en cierta forma una de las características de calidad del agua en lo referente a su sabor y aceptabilidad por el usuario.



La cantidad de sólidos disueltos se determina en forma semicuantitativa con la conductividad del agua, la cual se mide en ppm, o resistividad o conductividad del agua.

Cuanto mayor sea la conductividad, mayor es la cantidad de sólidos disueltos y después de cierto valor límite que fija la norma de calidad del agua, ya no es conveniente su consumo directo sin un tratamiento previo.

En las normas de calidad de agua potable de la EPA, de la CNA o de la Unión Europea, la conductividad o grado de salinidad del agua, no es un estándar primario (obligatorio), sino que es un estándar secundario (recomendado), La alta salinidad del agua por sí sola, no es motivo de daños en la salud del consumidor pero si un inconveniente en su empleo.

La alta salinidad puede manchar y dañar los accesorios de baño y de cocina, y aun las tuberías mismas de conducción del agua. La alta salinidad es desagradable para la mayoría de los consumidores y los no acostumbrados a consumir aguas de este tipo. Su consumo como agua de beber, puede causarles desordenes estomacales momentáneos a los usuarios, ya que en este tipo de aguas generalmente hay alta concentración de cloruros y de sulfatos y estos últimos causan diarrea en los consumidores no acostumbrados, pero una vez que el organismo se adapta a estos cambios el agua se puede consumir sin daños a la salud.

También la alta cantidad de sólidos disueltos causa problemas en la cocción de alimentos, principalmente oleaginosas ya que estas no se cuecen adecuadamente como resultado de la elevación en la temperatura de ebullición del agua por el alto contenido de sales.

Si se emplea agua con estas características en la formulación de alimentos (jugos, bebidas, sopas, etc.) casi siempre se tendrá un deterioro en la calidad del producto.



Tampoco es posible emplear con buenos resultados agua de alta salinidad en la cría de ganado, ya que los animales de cría rechazan el agua por su baja calidad, y esto causa pérdidas por la disminución de peso y de producción de lácteos del ganado lechero.

La única forma de disminuir el nivel de sales en las aguas salinas es con el empleo de la nanofiltración, o mejor aún con la hiperfiltración u osmosis inversa, como es más conocido este proceso. Estos procesos se discuten con mayor detalle en el capítulo correspondiente.

❖ ALCALINIDAD:

La alcalinidad es un parámetro que determina la capacidad de un agua para neutralizar los efectos ácidos que sobre ella actúen. Los constituyentes principales de la alcalinidad son los bicarbonatos (HCO_3^-), carbonatos (CO_3^{2-}), e hidróxidos (OH^-). La alcalinidad proviene de los minerales que se encuentran en forma de carbonatos y bicarbonatos (Na_2CO_3 , NaHCO_3 , por ejemplo), que disuelve el agua en su contacto con las capas de estratos, y también por la acción del CO_2 atmosférico al disolverse en el agua.



Ácido Carbónico



Bicarbonato



Carbonato

La alcalinidad es de primordial importancia en algunos procesos que se llevan a cabo en sistemas de tratamiento de aguas, ya que entre otras características, la presencia de alcalinidad en sus diferentes formas es



necesaria para evitar los cambios bruscos de pH, y también es un componente que forma parte de las reacciones químicas en procesos tales como la coagulación y floculación o en la precipitación de calcio y magnesio para remoción de la dureza por medio del proceso cal soda/ash. Si se agrega ácido al agua, las reacciones 1, 2 y 3 anteriores se desplazan de derecha a izquierda, desprendiéndose CO_2 del agua y anulando parcialmente los efectos del ácido. Si se agrega un álcali, el ión hidrógeno que se produce en las reacciones 2 y 3, reacciona para formar agua con el hidroxilo que se encuentra en el álcali agregado y también anula parcialmente los efectos alcalinos, y de esta manera la alcalinidad del agua ejerce un efecto buffer o amortiguador de cambios bruscos de pH.

❖ **DUREZA:**

La dureza del agua se debe a la presencia de cationes como: calcio, magnesio, estroncio, bario, fierro aluminio, y otros metales que se encuentran presentes en forma de sólidos disueltos. De éstos, el calcio y el magnesio son los más abundantes, por lo que casi siempre la dureza está directamente relacionada con la concentración de éstos dos elementos.

Desde el punto de vista sanitario, la dureza del agua no tiene ninguna relación con la salud, por lo que es irrelevante consumir agua de alta o baja dureza, sin embargo, el exceso de dureza hacen el agua desagradable para su empleo en servicios y en la industria.

Si la cantidad de calcio y magnesio es muy alta, cuando el agua se evapora o cuando cambian sus condiciones, se satura la solución y se forma un precipitado de carbonato de calcio y de hidróxido de magnesio que causan formación de sarro en equipos y tuberías y en algunos equipos industriales dañan éstos irreversiblemente.



Para disminuir la dureza a valores adecuados, se emplean resinas de intercambio iónico o se emplea el proceso de precipitación química de calcio y magnesio., como se describirá posteriormente.

❖ **CALIDAD BACTERIOLÓGICA DEL AGUA:**

La calidad microbiológica es el parámetro más importante en lo que se refiere a las características del agua y su potabilidad.

El agua puede ser vehículo de transmisión de varias enfermedades como: cólera, fiebre tifoidea, hepatitis, etc. por lo cual su caracterización bacteriológica es de suma importancia

❖ **MESOFÍLICOS AEROBIOS:**

Una prueba para evaluar la calidad bacteriológica del agua, es la cuenta en placa de Organismos mesofílicos aerobios. Para esto se toma 1 ml. de la muestra de agua a analizar y se inocula en un medio en el cual se encuentran todos los nutrientes que las bacterias requieren para su crecimiento y desarrollo. Las placas con la muestra y el medio de cultivo se incuban a 34°C por un periodo de 24, 48 y hasta 72 horas, y en cada uno de estos tiempos se efectúan las lecturas. Estas lecturas consisten en contar en el campo de las placas (cajas de Petri), el número de colonias desarrolladas en un periodo determinado. Estas colonias se presentan como puntos y su cuenta es el número de colonias en un mililitro de muestra. Obviamente si el número de bacterias esperado es muy grande, se puede diluir la muestra a la décima, centésima, milésima, diezmilésima, etc. y al momento de reportar el número de colonias por mililitro, se debe considerar la dilución de la muestra original si este es el caso.

❖ **COLIFORMES:**



Para evaluar más ampliamente la calidad bacteriológica del agua se determina la presencia o ausencia de organismos coliformes. Los organismos patógenos están dentro del grupo de los coliformes, pero no todos los coliformes son patógenos, por lo que la presencia de coliformes en una muestra de agua no necesariamente indica la presencia de organismos causantes de enfermedad, sin embargo, para considerar un agua segura para beber o para actividades en las cuales el hombre tiene contacto íntimo con el agua, debe estar libre de organismos coliformes.

Los coliformes se determinan por medio de la técnica de número más probable (NMP) y por cuenta en placa en un medio de cultivo que es específico para el crecimiento de bacterias coliformes.

Los resultados se manejan de forma similar a como se hace en el caso de mesofílicos aerobios: se hace una cuenta en placa a las 24, 48 y 72 horas y se considera la dilución, si la muestra original fue diluida.

La cuenta de mesofílicos aerobios indica únicamente el grado de potabilidad del agua en valores relativos. Por ejemplo; un agua con menos de 10 col/ml. de mesofílicos aeróbicos y 0 coliformes/ml. se considera de buena calidad, mientras que un agua con 100,000 col/ml. de mesofílicos aeróbicos y cero coliformes por ml. Se considera apta para consumo como agua potable pero indica una fuente de contaminación. Un agua de por ejemplo; 10 col/ml. de mesofílicos aerobios y 5 col/ml. de coliformes, no se recomienda para consumo como agua potable, aún y cuando no necesariamente los coliformes detectados sean patógenos.

7. CAPITULO III: PRINCIPALES PROBLEMAS AMBIENTALES LIGADOS CON EL AGUA



Un gran número de estudios observan los niveles de extracción, comercio y consumo de materiales. Pero, hasta ahora, la conexión entre materiales y otros recursos, como el agua, tienden a ser menos comprendido.

El agua es necesaria para casi cada paso del flujo de materiales. Alrededor de la mitad del agua dulce accesible y renovable es utilizada en el cultivo de alimentos, en la provisión de agua potable y en la producción de energía y otros productos.

Hay grandes diferencias regionales en el consumo de materiales y agua. Por ejemplo, el ciudadano promedio de Norteamérica consume la mayor cantidad de agua (7,700 l por día) y de materiales (100 kg por día) en el mundo.

En comparación, el ciudadano promedio de África consume 3,400 l de agua y 11 kg de materiales por día.

La huella de agua de nuestros hábitos de consumo es significativamente mayor que de nuestro uso directo del agua. Significativas cantidades de bienes consumidos en Europa, como la comida y otros productos agrícolas, son cultivados y producidos en otros lugares. Paradójicamente, muchos países de bajos niveles de uso de agua fresca utilizan gran parte de su provisión de agua en la producción exportadora a países ricos en agua.

El aumento de extracción material y sustracción de agua están vinculados al creciente comercio internacional de las recientes décadas. Mientras el comercio mundial incrementa continuamente, también la cantidad del uso de agua e incorporada, como muchos bienes requieren de agua para sus procesos de producción. Los países industrializados y, más recientemente, las economías emergentes han incrementado sus importaciones netas de recursos, que tienden a venir del mundo en desarrollo.

En la mayoría de los casos, los países con mayor eficiencia de materiales también tienen los niveles más altos de consumo. Solamente los mejoramientos de la eficiencia de recursos han tendido a ser insuficientes en lograr reducciones absolutas del uso de recursos. Mientras los recursos hídricos están convirtiéndose en escasos



en muchas regiones del mundo, es crítico que los usemos más eficiente y económicamente en todos los niveles en la industria y la agricultura, en la casa y también en los sistemas de dotación de agua.

En un mundo de recursos finitos, debemos dirigirnos al vínculo entre el uso de recursos, el crecimiento económico y la prosperidad de nuestras sociedades.

Nuestro modelo de crecimiento depende de los altos niveles de continuo consumo. Sin embargo, este sistema está caracterizado por enormes desigualdades a través del mundo y por los alarmantes niveles de uso de recursos por una pequeña minoría de la población global.

Urgentes y fundamentales cambios son necesarios para la manera en que nuestras economías administran los recursos naturales y de los servicios que proveen. Es por ello esencial que los que toman decisiones puedan crear un marco de políticas que penalice las prácticas no-sustentables y de recompensas al comportamiento de eficiencia de recursos, logrando un decrecimiento del uso de recursos atractivo tanto económica como socialmente.

En la actualidad los seres humanos se apropian de más de la mitad del agua dulce accesible y renovable. Algunos extraen excesivamente agua, mientras millones carecen de los servicios básicos de agua. La población y crecimiento económico son los principales conductores que incrementan las presiones en los recursos hídricos. Si las tendencias actuales continúan, muchas regiones en el mundo tendrán que enfrentar la escasez de agua en las próximas décadas.

En Europa, la distribución desigual de recursos hídricos y la población a través del continente conduce a una situación de escasez en algunas regiones, especialmente al sur. Muchos países mediterráneos están enfrentando una enorme tensión por el agua. Incluso dentro de las fronteras nacionales, la situación puede ser extremadamente heterogénea.



En España, por ejemplo, la escasez de agua es muy común en el sur (Andalucía), mientras en algunas regiones del norte el agua es abundante (ej. Galicia).

Para monitorear y evaluar las tendencias del peso por los recursos hídricos europeos, la Agencia Europea para el Medio Ambiente está utilizando el índice de explotación hídrica (WEI).

Este es el porcentaje del total de agua dulce extraído anualmente comparado al total de los recursos de agua renovable disponible.

Un WEI encima del 10% implica que el recurso hídrico está bajo tensión. Más de 20% indica una tensión severa y claramente un uso no-sustentable.

Altos volúmenes de agua se quiere para los procesos de extracción (por ejemplo, electrólisis) de muchos minerales, incluyendo al cobre o aluminio. Como resultado, se produce enormes cantidades de agua altamente contaminada que deben ser almacenadas tratadas con mucho esfuerzo.

En el sector agrario, el nitrógeno y el fósforo que emiten la aplicación de fertilizantes se filtran a través del agua en los ríos, en los cuerpos de agua subterránea y en el mar. Esto no solamente poluciona las reservas de agua potable pero son también responsables de la eutrofización (la sobrecarga de nutrientes y consecuentemente “florecente”) de tramos de corriente de río abajo y la línea de costa.

Hasta ahora, la respuesta para la cada vez mayor demanda de agua potable se ha enfocado en un incremento de dotación a través de las medidas tradicionales como los pozos, represas y las reservas, desalinización e infraestructuras de gran escala de transferencia de aguas. Todavía, con el cambio climático y la escasez de agua, las posibilidades para incrementar la dotación de agua están llegando a sus límites en muchas regiones. Consecuentemente, administrar la dotación debe estar complementada con un mejoramiento de la administración de la demanda y la reducción del uso de agua. Algunos estimados sugieren que en la Unión Europea,



más del 40% del total de la cantidad de agua puede ser salvada a través de solamente de mejoramientos tecnológicos. Los cambios en el comportamiento humano o de los patrones de producción podrían por mucho incrementar estos ahorros.

Los potenciales del ahorro de agua en las industrias manufactureras son enormes, por ejemplo a través del reciclaje y reutilización, cambiando los procesos de producción y utilizando más tecnologías eficientes e introduciendo medidas para reducir las fugas. Sin embargo, como el precio del agua es normalmente razonablemente bajo, estas medidas aún no han recibido una atención adecuada.

Un estudio de la diferencia entre algodón orgánico y algodón convencional en términos de uso de recursos muestran que un kilogramo de algodón orgánico tiene la mitad de contenido de agua virtual que la misma cantidad de algodón convencional. Esta diferencia es principalmente debida a los diferentes métodos de cultivo de algodón y al uso indirecto de agua de la electricidad utilizada en la producción del hilo.

7.1 CONTAMINACION DEL AGUA EN LA ZONA URBANA:

El hombre debe disponer de agua natural y limpia para proteger su salud. El agua se considera contaminada cuando su composición o estado no reúne las condiciones requeridas para los usos a los que se hubiera destinado en su estado natural. En condiciones normales disminuye la posibilidad de contraer enfermedades como el cólera, la fiebre tifoidea, la disentería y las enfermedades diarreicas; esta última es la principal causa de mortalidad de los niños de 1 a 4 años.

El crecimiento de la industrialización, de la urbanización y de la población humana acrecienta los problemas de contaminación y en consecuencia el suministro de agua potable y el tratamiento de las aguas cloacales.

El agua es el elemento vital para la alimentación, higiene y actividades del ser humano, la agricultura y la industria. Por eso, las exigencias higiénicas son más



rigurosas con respecto a las aguas destinadas al consumo de la población, exigencias que están siendo cada vez menos satisfechas por su contaminación, lo que reduce la cantidad y calidad del agua disponible, como también sus fuentes naturales.

Los ríos y lagos se contaminan porque en ellos son vertidos los productos de desecho de las áreas urbanas y de las industrias. El agua potable, para que pueda ser utilizada para fines alimenticios debe estar totalmente limpia, ser insípida, inodora e incolora y tener una temperatura aproximada de 15°C; no debe contener bacterias, virus, parásitos u otros gérmenes que provoquen enfermedades, además, el agua potable no debe exceder en cantidades de sustancias minerales mayores de los límites establecidos.

Las aguas residuales contienen residuos procedentes de las ciudades y fábricas. Es necesario tratarlos antes de enterrarlos o devolverlos a los sistemas hídricos locales. En una depuradora, los residuos atraviesan una serie de cedazos, cámaras y procesos químicos para reducir su volumen y toxicidad.

Las tres fases del tratamiento son la primaria, la secundaria y la terciaria. En la primaria, se elimina un gran porcentaje de sólidos en suspensión y materia inorgánica. En la secundaria se trata de reducir el contenido en materia orgánica acelerando los procesos biológicos naturales. La terciaria es necesaria cuando el agua va a ser reutilizada; elimina un 99% de los sólidos y además se emplean varios procesos químicos para garantizar que el agua esté tan libre de impurezas como sea posible.

La polución o contaminación química se produce cuando llegan a las aguas sustancias que no existían y a las cuales no estaban adaptados los organismos por lo cual impiden el funcionamiento de algunos mecanismos fisiológicos.

7.2 CONTAMINACION DEL AGUA EN LA ZONA RURAL



En zonas rurales los lugares críticos donde se produce la contaminación ambiental del agua es en los lagos, lagunas, relaves de metales pesados provenientes de la minería, por la crianza de truchas en jaulas ya que son alimentados artificialmente alimentos que contienen compuestos químicos, la otra forma de contaminar es por la mala disposición de basuras como los plásticos, botellas descartables, papeles, la desembocaduras de los desagües es la peor forma de contaminar nuestras aguas que es vital para el consumo humano, animal y riego para la agricultura.

La contaminación del agua en la zona rural, por la acción de pesticidas: Los pesticidas están compuestos por un gran grupo de sustancias químicas que se utilizan en la agricultura, para controlar las plagas de plantas y animales. Existen diversos tipos de pesticidas:

- ❖ Los herbicidas se utilizan para suprimir el crecimiento de la maleza.
- ❖ Los insecticidas se utilizan para controlar los insectos. Por ejemplo, los termicidas se utilizan para eliminar las termitas.
- ❖ Los nematocidas se utilizan para destruir determinados tipos de gusanos.
- ❖ Los fungicidas se utilizan para controlar el moho, los oídios y la roya.

CÓMO PUEDEN APARECER LOS PESTICIDAS EN EL AGUA:

- ❖ Las escorrentías de aguas superficiales pueden transportar pesticidas de zonas agrícolas, campos de golf y propiedades residenciales a lagos, ríos y embalses.
- ❖ La lluvia y la nieve pueden transportar pesticidas a suministros de agua subterráneos a través del suelo.



- ❖ Los pesticidas que no se desechan correctamente pueden moverse a través del suelo y alcanzar suministros de agua potable.
- ❖ Los termicidas que no se aplican correctamente pueden filtrarse en el agua de pozos, en particular si el pozo se encuentra cerca de la casa o el revestimiento del pozo está en mal estado.

Algunos pesticidas no se descomponen fácilmente en el agua y pueden permanecer en el agua subterránea durante un largo periodo de tiempo.

Se han dado efectos en la salud tanto a corto como a largo plazo como consecuencia de exposiciones a niveles elevados de pesticidas, en particular, en personas que trabajan directamente con pesticidas, como agricultores y aplicadores comerciales.

En el caso de que hubiera un derrame o un uso incorrecto de los pesticidas cerca de un pozo, los niveles de pesticidas en el agua potable pueden alcanzar niveles suficientemente elevados para provocar problemas inmediatos en la salud, como daños en el sistema nervioso.

Los niveles de pesticidas que se encuentran normalmente en el agua pueden provocar cáncer, otros también pueden provocar defectos de nacimiento y daños en el sistema nervioso.

La contaminación por fertilizantes se produce cuando éstos se utilizan en mayor cantidad de la que pueden absorber los cultivos, o cuando se eliminan por acción del agua o del viento de la superficie del suelo antes de que puedan ser absorbidos. Los excesos de nitrógeno y fosfatos pueden infiltrarse en las aguas subterráneas o ser arrastrados a cursos de agua.

Esta sobrecarga de nutrientes provoca la eutrofización de lagos, embalses y estanques y da lugar a una explosión de algas que suprimen otras plantas y animales acuáticos. Los métodos agrícolas, forestales y pesqueros y su



alcance son las principales causas de la pérdida de biodiversidad del mundo. Los costos externos globales de los tres sectores pueden ser considerables.

La producción agropecuaria tiene unos profundos efectos en el medio ambiente en conjunto. Son la principal fuente de contaminación del agua por nitratos, fosfatos y plaguicidas.

También son la mayor fuente antropogénico de gases responsables del efecto invernadero, metano y óxido nitroso, y contribuyen en gran medida a otros tipos de contaminación del aire y del agua.

La agricultura afecta también a la base de su propio futuro a través de la degradación de la tierra, la salinización, el exceso de extracción de agua y la reducción de la diversidad genética agropecuaria.

Sin embargo, las consecuencias a largo plazo de estos procesos son difíciles de cuantificar.

MATRIZ CAUSA-EFECTO

MATRIZ N° 03: IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES

TIPO IMPACTO. Positivo. P Negativo. N



MATRIZ DE INTERACCIÓN CAUSA - EFECTO		ELEMENTOS AMBIENTALES															
		AFECTABLES															
		MEDIO FÍSICO							MEDIO BIOLÓGICO		MEDIO SOCIO-ECONÓMICO Y CULTURAL						
		AIR E	AGUA		SUELO		RELIEVE		PAISAJE	FLORA	FAUNA						
		Calidad del aire	Calidad del agua	Drenaje superficial	Calidad del suelo	Erosión	Relieve	Estabilidad de taludes	Calidad del paisaje	Cobertura vegetal	Fauna local	Comercio local	Capacidad adquisitiva	Salud pública	Salud y seguridad ocupacional	Generación de empleo	
ACCIONES QUE PUEDEN CAUSAR IMPACTOS AMBIENTALES	Levantamiento de focos de contaminación																
	Descarga de aguas servidas de las poblaciones urbanas y periurbanas en forma directa e indirecta hacia los cuerpos receptores.	N	N	N	N	N			N	N	N	N	N	N	N		
	Descarga de aguas servidas de la industria de procesamiento de la papa en los canales que desembocan en el Río Chira.	N	N	N	N	N			N	N	N	N	N	N	N		
	Descarga de efluentes de la industria que procesa productos agrícolas, como uva, mango, limón, etc.	N	N	N	N				N	N	N	N	N	N	N		
	Efluentes agrotóxicos de las fumigaciones y aplicaciones, uso de fertilizantes orgánicos e inorgánicos en la actividad de agricultura.	N	N	N	N				N	N	N	N	N	N	N		
	Basura que es arrojada por la población urbana y periurbana, en las calles y los taludes de los canales y del río Chira.	N	N		N			N		N	N	N	N				
	Efluentes físicos y químicos de la industria embotelladora, cervecera y otros		N	N	N				N	N	N	N	N	N	N		

7.3 CONTAMINACIÓN DEL AGUA POR LOS PRODUCTOS QUÍMICOS

Incluyen compuestos orgánicos e inorgánicos disueltos o dispersos en el agua. Los contaminantes inorgánicos son diversos productos disueltos o dispersos en el agua que provienen de descargas domésticas, agrícolas e industriales o de la erosión del suelo. Los principales son cloruros, sulfatos, nitratos y carbonatos. También desechos ácidos, alcalinos y gases tóxicos disueltos en el agua como los óxidos de azufre, de nitrógeno, amoníaco, cloro y sulfuro de hidrógeno (ácido sulfhídrico). Los contaminantes orgánicos también son compuestos disueltos o dispersos en el agua que provienen de desechos domésticos, agrícolas, industriales y de la erosión del suelo. Son desechos



humanos y animales, de rastros o mataderos, de procesamiento de alimentos para humanos y animales, diversos productos químicos industriales de origen natural como aceites, grasas, breas y tinturas, y diversos productos químicos sintéticos como pinturas, herbicidas, insecticidas, etc. Los contaminantes orgánicos consumen el oxígeno disuelto en el agua y afectan a la vida acuática.

Las concentraciones anormales de compuestos de nitrógeno en el agua, tales como el amoníaco o los cloruros se utilizan como índice de la presencia de dichas impurezas contaminantes en el agua.

Los contaminantes químicos pueden clasificarse en contaminantes comunes, contaminantes especiales y metales pesados.

8. CAPITULO IV: USOS DEL AGUA

Existen diferentes criterios para establecer una clasificación de los usos del agua. Si el agua es empleada para realizar una actividad y no puede ser utilizada de nuevo, hablamos de un uso consuntivo de la misma. Si una vez empleada puede ser utilizada de nuevo, tendríamos un uso no consuntivo. Si el agua es imprescindible en una actividad decimos que tiene un uso primario y si no es imprescindible decimos que tiene un uso secundario. Según la actividad en la que se utilice el agua puede tener los siguientes usos:

- ❖ **Uso urbano:** Son aquellos que cubren las necesidades de agua en el hogar, comercio o servicio público. Supone aproximadamente el 8% del consumo. Su demanda está en relación con el desarrollo económico y tamaño de la población. Procede principalmente de embalses y de aguas subterráneas.
- ❖ **Usos industriales:** Varias utilidades · Materia prima (industrias químicas) · Agente refrigerante (industrias energéticas) · Receptor de vertidos · Transporte de materiales · Agente de limpieza. Constituye el 22% del consumo mundial y su demanda depende del mayor o menor desarrollo industrial.



- ❖ Usos agrícolas y ganaderos: Representa el 70% del consumo total del agua. Su uso viene condicionado por las características climáticas de la zona, tipos de suelos y cultivos, mecanización y sistemas de riego. En el mundo la eficiencia de los sistemas de riego es inferior al 40%, la mayoría del agua se pierde por evaporación o por canalizaciones en mal estado).
- ❖ Usos energéticos: El agua es fundamental para la producción de energía en centrales hidroeléctricas, además de usarse en centrales nucleares como refrigerante. Es un uso no consuntivo, salvo que se modifique su calidad.
- ❖ Usos en navegación: Necesita de unos caudales mínimos. Es un uso no consuntivo aunque si puede haber pérdida de calidad. Usos ecológicos o medio ambientales. Debe existir siempre un caudal de mantenimiento, cantidad de agua que permite mantener un nivel adecuado de desarrollo de la vida en los ecosistemas y en las zonas de ribera. Además debe ser lo suficiente para permitir la recarga de los acuíferos.

8.1 CONTAMINACIÓN DEL AGUA

Es una modificación de esta, generalmente provocada por el ser humano, que la vuelve impropia o peligrosa para el consumo humano, la industria, la agricultura, la pesca y las actividades recreativas, así como para los animales y la vida natural y cotidiana.

Si bien la contaminación de las aguas puede provenir de fuentes naturales (como, por ejemplo, la ceniza de un volcán) la mayor parte de la contaminación actual proviene de actividades humanas. El desarrollo y la industrialización suponen un mayor uso de agua, una gran generación de residuos, muchos de los cuales van a parar al agua y el uso de medios de transporte fluvial y marítimo que en muchas ocasiones, son causa de contaminación de las aguas. Las aguas superficiales son en general más



vulnerables a la contaminación de origen antropogénico que las aguas subterráneas, por su exposición directa a la actividad humana. Por otra parte una fuente superficial puede restaurarse más rápidamente que una fuente subterránea a través de ciclos de escorrentía estacionales. Los efectos sobre la calidad serán distintos para lagos y embalses que para ríos, y diferentes para acuíferos de roca o arena y grava.

8.2 PRINCIPALES CONTAMINANTES DE LAS AGUAS

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), el agua está contaminada cuando su composición se haya alterado de modo que no reúna las condiciones necesarias para ser utilizada beneficiosamente en el consumo del hombre y de los animales. En los cursos de agua, los microorganismos descomponedores mantienen siempre igual el nivel de concentración de las diferentes sustancias que puedan estar disueltas en el medio. Este proceso se denomina auto depuración del agua. Cuando la cantidad de contaminantes es excesiva, la autodepuración resulta imposible.

Los principales contaminantes del agua son los siguientes:

- ❖ Basuras, desechos químicos de las fábricas, industrias, etc.
- ❖ Aguas residuales y otros residuos que demandan oxígeno (en su mayor parte materia orgánica, cuya descomposición produce la desoxigenación del agua).
- ❖ Agentes patógenos, tales como bacterias, virus, protozoarios, parásitos que entran al agua provenientes de desechos orgánicos, que incluyen heces y otros materiales que pueden ser descompuestos por bacterias aerobias.
- ❖ Nutrientes vegetales que pueden estimular el crecimiento de las plantas acuáticas. Éstas, a su vez, interfieren con los usos a los que se destina el agua y, al descomponerse, agotan el oxígeno disuelto y producen olores desagradables.



- ❖ Productos químicos, incluyendo los pesticidas, diversos productos industriales, las sustancias tensoactivas contenidas en los detergentes, y los productos de la descomposición de otros compuestos orgánicos.
- ❖ Petróleo, especialmente el procedente de los vertidos accidentales.
- ❖ Minerales inorgánicos y compuestos químicos.
- ❖ Sedimentos formados por partículas del suelo y minerales arrastrados por las tormentas y escorrentías desde las tierras de cultivo, los suelos sin protección, las explotaciones mineras, las carreteras y los derribos urbanos.
- ❖ Sustancias radioactivas procedentes de los residuos producidos por la minería y el refinado del uranio y el torio, las centrales nucleares y el uso industrial, médico y científico de materiales radiactivos.
- ❖ El calor también puede ser considerado un contaminante cuando el vertido del agua empleada para la refrigeración de las fábricas y las centrales energéticas hace subir la temperatura del agua de la que se abastecen.
- ❖ Vertimiento de aguas servidas. La mayor parte de los centros urbanos vierten directamente los desagües (aguas negras o servidas) a los ríos, a los lagos y al mar. Los desagües contienen excrementos, detergentes, residuos industriales, petróleo, aceites y otras sustancias que son tóxicas para las plantas y los animales acuáticos. Con el vertimiento de desagües, sin previo tratamiento, se dispersan agentes productores de enfermedades (bacterias, virus, hongos, huevos de parásitos, amebas, etc.).
- ❖ Vertimiento de basuras y desmontes en las aguas. Es costumbre generalizada en el país el vertimiento de basuras y desmontes en las orillas del mar, los ríos y los lagos, sin ningún cuidado y en forma absolutamente desordenada. Este problema se produce especialmente cerca de las ciudades e industrias. La basura contiene plásticos, vidrios, latas y restos orgánicos, que o no se descomponen o al descomponerse producen sustancias tóxicas (el hierro produce óxido de hierro), de impacto negativo.
- ❖ Vertimiento de relaves mineros. Esta forma de contaminación de las aguas es muy difundida y los responsables son los centros mineros y las concentradoras. Los relaves mineros contienen fierro, cobre, zinc, mercurio, plomo, arsénico y



otras sustancias sumamente tóxicas para las plantas, los animales y el ser humano. Otro caso es el de los lavaderos de oro, por el vertimiento de mercurio en las aguas de ríos y quebradas.

- ❖ Vertimiento de productos químicos y desechos industriales. Consiste en la deposición de productos diversos (abonos, petróleo, aceites, ácidos, soda, aguas de formación o profundas, etc.) provenientes de las actividades industriales.
- ❖ Ruido de construcciones marítimas, barcos y pozos petroleros producen ondas sonoras no naturales que afectan la forma de vida de animales que se comunican por medio de la ecolocación como la ballena y el delfín.

Los mares son un sumidero. De forma constante, grandes cantidades de fangos y otros materiales, arrastrados desde tierra, se vierten en los océanos. Hoy en día, sin embargo, a los aportes naturales se añaden cantidades cada vez mayores de desechos generados por nuestras sociedades, especialmente aguas residuales cargadas de contaminantes químicos y de productos de desecho procedentes de la industria, la agricultura y la actividad doméstica, pero también de residuos radiactivos y de otros tipos.

Algunos de los metales pesados, como el mercurio y el plomo, junto con el cadmio y el arsénico, son contaminantes graves, pues penetran en las cadenas alimentarias marinas, y, a través de ellas, se concentran. Así, por ejemplo, la enfermedad de Minamata –descubierta en los años 20 en la bahía japonesa de mismo nombre- ha provocado, en Japón y en Indonesia, miles de muertes y un número mucho mayor de enfermos con lesiones cerebrales. La causa que la produjo fue el consumo de atún y otros peces con contenidos elevados de mercurio procedente de los vertidos industriales de aquella zona costera. Igualmente, productos químicos como el DDT y los PCB son otros contaminantes químicos muy peligrosos.



El agua es el único líquido vital, es decir, sin ella no podríamos vivir. En los últimos años se ha visto un gran deterioro del planeta. El hombre ha avanzado en cuanto a Ciencia y Tecnología, pero como consecuencia muchos ecosistemas se han visto afectados.

Los principales contaminantes del agua son desechos tóxicos, estos son arrojados por el ser humano, puede ir desde una persona que ensucia el agua con grandes cantidades de detergente o bien y el más perjudicial, empresas y fábricas que vierten toneladas de veneno a ríos, lagos, valles y océanos. Una manera que podría ser muy efectiva para disminuir la contaminación hídrica sería no utilizar cantidades inmensas de detergentes y que las fábricas buscaran implementar técnicas para no tirar sus desechos tóxicos a zonas vitales para el planeta, sé que se gastaría más dinero del que ellos tendrían previsto y seguramente no lo harían por su propia voluntad ya que lo que desean es tener mucha más ganancia económica.

MATRIZ CAUSA - EFECTO

MATRIZ Nº 04: IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES

IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES				CRITERIOS DE EVALUACIÓN						
ELEMENTOS DEL MEDIO	IMPACTOS AMBIENTALES	ELEMENTOS CAUSANTES	LUGAR DE OCURRENCIA	TIPO DE IMPACTO	MAGNITUD	ÁREA DE INFLUENCIA	DURACIÓN	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	MITIGABILIDAD	SIGNIFICANCIA
Levantamiento de focos de contaminación										



AIRE	Alteración de la calidad del aire por emisión de olores y gases	Descarga de aguas servidas de los distritos, población urbana y periurbana de Sullana	En el entorno del río Chira, de los canales y de las ciudades	N	Moderada	Puntual	Permanente	Indefectible ocurrencia	Moderada	Baja
		Efluentes residuales de la industria de la papa	A lo largo de acceso	N	Alta	Zonal	Permanente	Indefectible ocurrencia	Moderada	Baja
		Efluentes agroquímicos y fertilizantes orgánicos e inorgánicos	A lo largo de acceso	N	Alta	Puntual	Permanente	Indefectible ocurrencia	Moderada	Baja
		Basura que es arrojada por los moradores de los barrios periféricos	En el entorno y taludes del río Chira, canales y las ciudades	N	Moderada	Zonal	Permanente	Indefectible ocurrencia	Moderada	Moderada

TIPO IMPACTO. Positivo. P Negativo. N

8.3 FUENTES DE CONTAMINACION NATURALES

Algunas fuentes de contaminación del agua son naturales. Por ejemplo, el mercurio que se encuentra naturalmente en la corteza de la Tierra y en los océanos genera contaminación de forma natural de estos. Algo similar pasa con los hidrocarburos y con muchos otros productos.



Normalmente las fuentes de contaminación natural son muy dispersas y no provocan concentraciones altas de polución, excepto en algunos lugares muy concretos. La contaminación de origen humano, en cambio, se concentra en zonas concretas y, para la mayor parte de los contaminantes, es mucho más peligrosa que la natural.

Los factores naturales no pueden controlarse fácilmente y pueden tener un impacto significativo sobre la calidad de una fuente de agua. Los factores que se deben considerar son los siguientes: el clima, las características de la cuenca, la geología, el crecimiento microbiológico y de los nutrientes, los incendios, la intrusión salina y la estratificación térmica.

❖ CLIMA

El efecto principal causado por efectos climáticos que afecta a la calidad del agua es la precipitación. Los climas húmedos o con períodos de precipitación de régimen considerable pueden dar lugar a velocidades de escorrentía elevadas o favorecer condiciones de inundación que pueden causar la resuspensión de los sedimentos, incrementando los niveles de turbiedad, color, metales u otro tipo de contaminantes. En condiciones de sequía prolongada, los niveles bajos de drenaje pueden generar estancamiento, incrementando en consecuencia la posibilidad de actividad microbiológica y crecimiento de algas. Del mismo modo, se incrementa el impacto de descargas de fuentes puntuales por la reducción en el efecto de dilución y en la capacidad asimilativa del cuerpo de agua.

La temperatura también es un factor climático importante que afecta la velocidad de la actividad biológica, la concentración de oxígeno y los coeficientes de transferencia de masa.

8.4 FUENTES DE CONTAMINACION ANTROPOGENICA



Los factores antropogénicos que afectan la calidad de las fuentes de agua suelen categorizarse en dos tipos: puntuales y no puntuales.

Las puntuales son aquellas fuentes de contaminación caracterizadas por descargas únicas o discretas, en las que los contaminantes se vuelcan desde una única área geográfica aislada o confinada.

Por otra parte las no puntuales involucran fuentes de contaminación difusas y comprenden actividades que abarcan un área mayor, pudiendo causar la contaminación general del agua subterránea, razón por la cual son más difíciles de controlar que las fuentes puntuales.

Entre las fuentes puntuales podemos mencionar: Descargas de efluentes domésticos, descargas de efluentes industriales, operaciones con residuos peligrosos, drenaje en minas, derrames y descargas accidentales.

Las fuentes no puntuales se pueden clasificar en las provenientes de: la agricultura y la ganadería, del drenaje urbano, de la explotación del suelo, de los rellenos sanitarios, de la deposición atmosférica y de distintas actividades recreativas.

A continuación se mencionan algunas características de aguas residuales de las distintas actividades humanas.

❖ **ORIGEN DOMÉSTICO**

Las aguas domésticas son las que provienen de núcleos urbanos. Contienen sustancias procedentes de la actividad humana (alimentos, deyecciones, basuras, productos de limpieza, jabones, etc.). La contaminación de un agua usada urbana se estima en función de su caudal, de su concentración en



materias en suspensión y de su demanda biológica. Se admite que un habitante de una comunidad concreta, en un país o región determinados, y según las condiciones de abastecimiento de agua, nivel de vida y sistemas de alcantarillado disponible, vierte una cantidad media de contaminación fija, bien determinada, base del equivalente-habitante. En general, se ha fijado un valor de 60 mg /día de DBO y 70 mg /día de sólidos en suspensión por habitante-equivalente. La dotación de agua se sitúa en torno a los 100-300 l/Hb/día. En las grandes ciudades se incrementa por su uso en jardines y limpieza pública diaria. El caudal de aguas residuales domésticas presenta una variación diaria de tipo sinusoidal. El máximo se presenta al mediodía, los valores medios a las 9 de la mañana y a la 7 de la tarde y el valor mínimo hacia las 6 de la mañana. Físicamente presentan color gris y diversas materias flotantes.

Químicamente contienen gran cantidad de materia orgánica. Biológicamente contienen gran cantidad de microorganismos, algunos de los cuales pueden transmitir enfermedades. Una de las características principales de un agua residual urbana es su biodegradabilidad, es decir, la posibilidad de depuración mediante tratamientos biológicos, siempre que pueda darse una alimentación equilibrada de las bacterias en nitrógeno y fósforo. Es conveniente que las aguas residuales lleguen a la estación de tratamiento en un estado suficientemente fresco, ya que un agua nauseabunda es tóxica para el tratamiento, por lo que, si se quisiera conseguir una buena depuración, habría de someterse a una preaireación o a una precoloración antes de la decantación.

❖ ORIGEN AGRÍCOLA – GANADERO

Son el resultado del riego y de otras labores como las actividades de limpieza ganadera, que pueden aportar al agua grandes cantidades de estiércol y orines, es decir, mucha materia orgánica, nutrientes y microorganismos. Quizá uno de los mayores problemas que origina la agricultura sea la contaminación difusa, siendo la más importante la provocada por nitratos.



Se tratan de actividades extendidas en grandes áreas, por lo que resulta prácticamente imposible su depuración. Se deben tomar las medidas precisas para atajar y reducir en la medida de lo posible la contaminación por nitratos, tanto en aguas subterráneas, porque su efecto es acumulativo, como en las superficies en las que favorecen el proceso de eutrofización.

❖ ORIGEN PLUVIAL

Al llover, el agua arrastra toda la suciedad que encuentra a su paso, presentándose más turbia que la que se deriva del consumo doméstico. En las ciudades esta agua arrastra aceites, materia orgánica y diferentes contaminantes de la atmósfera, en el campo arrastran pesticidas, abonos, etc. En la industria las aguas pluviales arrastran las sustancias que se han caído sobre el terreno, pudiendo presentar un gran problema si son sustancias tóxicas. Además, si existe acumulación de residuos en zonas no preparadas para ello, los lixiviados de los residuos serán arrastrados.

Es conveniente tener una red de pluviales, aunque según la composición que tenga, se decidirá su unión al colector que desemboca en la depuradora o se realizará una desviación vertiendo directamente a las aguas superficiales.

CUADRO N° 08: DE ENFERMEDADES POR PATOGENOS CONTAMINANTES DE LAS AGUAS



<u>TIPO DE MICROORGANISMO</u>	<u>ENFERMEDAD</u>	<u>SINTOMAS</u>
BACTERIAS	COLERA	Diarreas y vómitos intensos Deshidratación. Frecuentemente es mortal si no se trata adecuadamente.
BASTERIAS	TIFUS	Fiebres, diarreas y vómitos Inflamación del bazo y del intestino.
BACTERIAS	DISENTERIA	Diarrea. Raramente es mortal en adultos, pero produce la muerte de muchos niños en países poco desarrollados.
BACTERIAS	GASTROENTERITIS	Náuseas y vómitos. Dolor en el Digestivo. Poco riesgo de muerte
VIRUS	HEPATITIS	Inflamación del hígado e ictericia. Puede causar daños permanentes en el hígado.
VIRUS	POLIOMIELITIS	Dolores musculares intensos. Debilidad. Temblores. Parálisis. Puede ser mortal.
PROTOZOOS	DISENTERIA AMEBIANA	Diarrea severa, escalofríos y Fiebre. Puede ser grave si no se trata.
GUSANOS	ESQUISTOSOMIASIS	Anemia y fatiga continuas.

8.5 FUENTES PUNTUALES Y NO PUNTUALES DE CONTAMINACION DEL AGUA

Para lograr un mejor manejo del recurso agua y control de la contaminación es muy útil distinguir entre fuentes puntuales y fuentes no puntuales.



❖ FUENTES PUNTUALES

Son los puntos específicos de descarga de contaminantes, por ejemplo cloacas máximas, descargas industriales, etc. Este tipo de fuente de contaminación es fácil de identificar, monitorear y tratar.

Las aguas servidas domesticas suelen ser las fuentes de contaminación puntual más importantes, especialmente en grandes centros urbanos. Por ejemplo, se ha calculado que en Río de Janeiro, el 70 % de los contaminantes que llegan a las aguas receptoras cerca de la ciudad son de origen humano y solo el 30% restante es de origen industrial.

Además el problema se agrava porque, en general, la población y la industria se concentran en pocas áreas puntuales, como por ejemplo: el curso inferior del Paraná y el Rio de la Plata en Argentina y Uruguay, el triángulo tomado por Río de Janeiro-San Pablo-Bello Horizonte en Brasil y al región metropolitana de México.

La producción media de aguas cloacales suele fluctuar entre 30 y 100 litros per cápita por día, aunque se sabe de cifras más altas; por ejemplo en Santiago de Chile en 1984, se calculaba en 400 litros per cápita, el caudal diario de aguas servidas.

La carga bacteriológica de las aguas cloacales sin tratar varía entre 10×10^6 a la séptima y 10×10^8 a la séptima bacterias coliformes por 100 mililitros. Tienen además una gran demanda biológica de oxígeno (DBO) y altos contenidos de solidos disueltos y en suspensión.

En 1980 el total de aguas servidas municipales en América del Sur se estimaba en 127 m³ por segundo, lo que representaba el 4,2% del total mundial, mientras que en 1950 esas cifras alcanzaban solo 29 m³ por segundo representando el 3,9 % del total mundial. Se estima que menos del 2% de las aguas servidas reciben alguna forma de tratamiento a los afluentes cloacales.



Las aguas residuales en la industria y de la producción hidroeléctrica en América del Sur se estimaron en unos 254 m³ por segundo en 1980, total que casi cuadriplica los caudales de 1950, pero representa solo el 1,3% del total mundial mientras que su población representa alrededor del 8%. En muchos países, casi todos los efluentes industriales, salvo los más tóxicos, se vacían en el curso de agua más cercano sin un tratamiento adecuado. En la Argentina la retención del caudal de desechos que genera la industria no excede el 10%, mientras que en la cuenca del Maipo en Chile alcanza al 25,6%. Aunque esta proporción comparada con el resto de América del sur es alta en términos de control de la contaminación, sigue siendo muy baja.

Las principales causas de contaminación hídrica del área metropolitana de Buenos Aires, centro de alta concentración de población e industria, son:

Los efluentes cloacales: Obras sanitarias de la Nación descarga en el Río de la Plata 5 m³/segundo. A esta cifra hay que agregarle las descargas de la población que carece de red cloacal, que lo hace directamente en la red pluvial.

La actividad industrial: la mayoría de las industrias carece de plantas de tratamiento de efluentes y muchas además han instalado plantas no adecuadas.

❖ FUENTES NO PUNTUALES

Son las áreas superficiales extensas o de deposición de la atmósfera desde las cuales se produce la descarga de contaminantes en aguas superficiales o subterráneas. La infiltración, la escorrentía, y la precipitación de aguas contaminadas a los cursos de agua son causas de la contaminación no puntual, por ejemplo, la contaminación ocasionada por la agricultura.

Se ha logrado muy poco en cuanto al control de la contaminación no puntual, debido a la dificultad y costo de identificar y controlar las descargas desde fuentes de localización tan difusa. Controlar este tipo de contaminación requiere



enfatzarla prevención a través de un uso más eficiente del suelo, mejores técnicas de conservación del suelo, reducción de desechos y control de la contaminación del aire y el uso de fertilizantes.

MATRIZ CAUSA – EFECTO

Matriz N° 05: IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES

IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES	CRITERIOS DE EVALUACIÓN
----------------------------------	-------------------------



ELEMENTOS DEL MEDIO	IMPACTOS AMBIENTALES	ELEMENTOS CAUSANTES	LUGAR DE OCURRENCIA	TIPO DE IMPACTO	MAGNITUD	ÁREA DE INFLUENCIA	DURACIÓN	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	MITIGABILIDAD	SIGNIFICANCIA
LEVANTAMIENTO DE FOCOS DE CONTAMINACIÓN										
RELIEVE	Modificación del relieve del lugar	Efluentes residuales de la actividad agrícola, fertilizantes plaguicidas, herbicidas, insecticidas, fungicidas	Recorrido del río Chira y canales donde hay sectores de agricultura	N	Moderada	Zonal	Permanente	Indefectible ocurrencia	Baja	Baja
		Descarga de aguas servidas del casco urbano de Sullana y sus distritos	Antes de Puente Viejo con Presa Sullana y Sector Chira Bajo.	N	Moderada	Zonal	Permanente	Indefectible ocurrencia	Moderada	Moderada
	Riesgo de deslizamiento por inestabilidad de taludes	Basura que es arrojada por los moradores de los barrios periféricos	Taludes en el recorrido del Río Chira entre puente Viejo y Presa Sullana.	N	Baja	Puntual	Permanente	Baja	Moderada	Baja
PAISAJE	Alteración del paisaje del lugar	Basura que es arrojada por los moradores de los barrios periféricos	Taludes en el recorrido del Río Chira entre puente Viejo y Presa Sullana.	N	Baja	Puntual	Permanente	Indefectible ocurrencia	Moderada	Baja
		Efluentes residuales industriales, pesqueras, químicas y agroindustriales.	Antes de Puente Viejo con Presa Sullana y Sector Chira Bajo.	N	Moderada	Puntual	Permanente	Indefectible ocurrencia	Baja	Moderada
FLORA	Reducción de vegetación	Descarga de aguas servidas del casco urbano de ciudad de Sullana, distritos y población periurbana.	Antes de Puente Viejo con Presa Sullana y Sector Chira Bajo.	N	Alta	Zonal	Permanente	Indefectible ocurrencia	Moderada	Baja
		Efluentes residuales de la actividad agrícola, fertilizantes plaguicidas, herbicidas, insecticidas, fungicidas	Recorrido del río Chira y canales donde hay sectores de agricultura	N	Alta	Zonal	Permanente	Indefectible ocurrencia	Moderada	Baja

TIPO IMPACTO. Positivo. P Negativo. N

8.6 CARACTERÍSTICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES

1. SUSTANCIAS QUÍMICAS (COMPOSICIÓN)



Las aguas servidas están formadas por un 99 % de agua y un 1 % de sólidos en suspensión y solución. Estos sólidos pueden clasificarse en orgánicos e inorgánicos.

Los sólidos inorgánicos están formados principalmente por nitrógeno, fósforo, cloruros, sulfatos, carbonatos, bicarbonatos y sustancias tóxicas como arsénico, cianuro, cadmio, cromo, cobre, mercurio, plomo y zinc.

Los sólidos orgánicos se pueden clasificar en nitrogenados y no nitrogenados. Los nitrogenados, es decir, los que contienen nitrógeno en su molécula, son proteínas, ureas, aminas y aminoácidos. Los no nitrogenados son principalmente celulosa, grasas y jabones.

La concentración de materiales orgánicos en el agua se determina a través de la DBO₅, la cual mide material orgánico carbonáceo principalmente, mientras que la DBO₂₀ mide material orgánico carbonáceo y nitrogenado DBO₂.

Aniones y cationes inorgánicos y compuestos orgánicos

2. CARACTERISTICAS BACTERIOLOGICAS

Una de las razones más importantes para tratar las aguas residuales o servidas es la eliminación de todos los agentes patógenos de origen humano presentes en las excretas con el propósito de evitar una contaminación biológica al cortar el ciclo epidemiológico de transmisión.

Estos son, entre otros:

- ❖ Coliformes totales
- ❖ Coliformes fecales
- ❖ Salmonellas



❖ Virus

3. MATERIA EN SUSPENSION Y MATERIA DISUELTA

A efectos del tratamiento, la gran división es entre materia en suspensión y materia disuelta.

- ❖ La materia en suspensión se separa por tratamientos físico químicos, variantes de la sedimentación y filtración. En el caso de la materia suspendida sólida se trata de separaciones sólido - líquido por gravedad o medios filtrantes y, en el caso de la materia aceitosa, se emplea la separación L-L, habitualmente por flotación.
- ❖ La materia disuelta puede ser orgánica, en cuyo caso el método más extendido es su insolubilización como material celular (y se convierte en un caso de separación S-L) o inorgánica, en cuyo caso se deben emplear caros tratamientos fisicoquímicos como la ósmosis inversa.

Los diferentes métodos de tratamiento atienden al tipo de contaminación: para la materia en suspensión, tanto orgánica como inorgánica, se emplea la sedimentación y la filtración en todas sus variantes.

Para la materia disuelta se emplean los tratamientos biológicos (a veces la oxidación química) si es orgánica, o los métodos de membranas, como la ósmosis, si es inorgánica.

4. PRINCIPALES PARÁMETROS

Los parámetros característicos, mencionados en la Directiva Europea, son:



- ❖ Temperatura
- ❖ PH
- ❖ Sólidos en suspensión totales (SST)
- ❖ Materia orgánica valorada como DQO y DBO (a veces TOC)
- ❖ Nitrógeno total Kjeldahl (NTK)
- ❖ Nitrógeno amoniacal y nitratos

También hay otros parámetros a tener en cuenta como fósforo total, nitritos, sulfuros, sólidos disueltos.

CUADRON°09: ANALISIS FISICOS QUIMICO: SUPERFICIALES RESIDUALES (PROCEDENCIA DEL RIO CHIRA)



ANALISIS (AGUAS DEL RIO CHIRA)	M-1	M-2	M-3	M-4
Conductividad Eléctrica ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	548	578	699	729
Cloruros (Ce) (ppm)	62.62	69.58	104.37	73.96
Carbonatos (Co_3) (ppm)	0.00	0.00	0.00	0.00
Bicarbonatos (Hco_3) (ppm)	165	266	128	250
Nitratos (No_3) (ppm)	<2.2	<2.2	<2.2	<2.2
Nitratos (No_2) (ppm)	0.04	0.05	0.14	0.08
Fosfatos ($\text{Po}_4\text{-3}$) (ppm)	1.20	1.50	13.80	1.40
Ácido Sulfhídrico (H_2s) (ppm)	0.01	0.01	0.03	0.01
Plomo (Pb) (ppm)	0.021	0.014	0.04	0.009
Cadmio (Cd) (ppm)	---	---	---	---
Zinc (Zn) (ppm)	0.062	0.058	0.087	0.060
PH	7.6	7.6	7.2	7.6



CUADRO N°10: ANALISIS BIOLOGICO: SUPERFICIALES RESIDUALES (PROCEDENCIA DEL RIO CHIRA): MUESTRA N°01 AGUAS ARRIBA DEL CANAL VIA (PUENTE SANTA CRUZ, MUESTRA N°02 AGUAS BAJO DEL CANAL VIA (UNION DEL CANAL VIA Y RIO CHIRA), MUESTRA N°03 PUENTE VIEJO “ISAIS GARRIDO”, MUESTRA N°04 PUENTE NUEVO “ARTEMIO VARGAS”.

ANALISIS (AGUAS DEL RIO CHIRA)	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	MUESTRA 04
DQO(MG. (mg/l)	140	150	620	960
DBO ₅ (mg/l)	10	20	50	280
O ₂ disuelto (mg/l)	3.4	4.4	4.5	0.6
Coliformes totales (NMP/100ml)	1600	280	94	1600
Coliformes fecales (NMP/100ML)	< 1.8	< 1.8	<1.8	<1.8



11. CONCLUSIONES:

1. El ecosistema de Sullana ha cambiado con la construcción del embalse artificial donde dicho espacio se emplea la actividad náutica, sin embargo la población desconoce el riesgo de contaminación a que está expuesta.
2. El caudal de vertimiento de aguas servidas que ingresan al río Chira es de $1.190 \text{ m}^3/\text{seg}$. en comparación del caudal que en esta fecha es de $30 \text{ m}^3/\text{seg}$ que corresponde al 3.97 % de contaminación y en épocas de estiaje el río llega a caudales del orden de 10 m^3 , donde la contaminación aumentaría al 11.90 %, cifras muy preocupantes.
3. De acuerdo a exámenes microbiológicos realizados en la zona de estudio se han encontrado valores de coliformes fecales de 24,000 colonias / 100 ml, valor que están muy por encima de los estándares nacionales e internacionales, si comparamos que para el abastecimiento del agua debe tener 00 de coliformes fecales, para aguas de riego 1,000, en zonas de balnearios 1,000, en zonas de pesca 1,000 lo que demuestra que el río se encuentra en emergencia.
4. Respecto a los análisis físico-químicos donde el PH el cual tiene rangos entre 7.2 a 8, demuestra el aumento de su alcalinidad de las aguas y de esta manera corrobora con valores mínimos de concentración de metales pesados Plomo (0.009 a 0.25 ppm), Zinc (0.055 a 0.062 ppm), es decir



que los metales pesados se precipitan en la zona del vaso y no se hallan en suspensión.

5. Respecto a la conductibilidad eléctrica cuyos valores están en el orden de 5.48 a 6.32 us/cm, lo mismo que los cloruros (62.62 a 104.37 ppm), bicarbonatos (128 a 259 ppm) y fosfatos (1.20 a 13.80 ppm), nitratos (2.2 ppm) corrobora que la contaminación avanza aceleradamente.
6. El grado de contaminación del río Chira es muy preocupante el cual es comprobado con la presencia también de malos olores entre ellos se puede percibir el del tipo amoniacal, a huevo podrido, a pescado, fecal , entre otros, el cual viene dañando el ecosistema de Sullana, sobre todo a las poblaciones que se encuentran aguas abajo (Jibíto, Sojo, Mocacara, Miraflores, y otros) del embalse artificial quienes consumen este recurso hídrico y están expuestas a todo tipo de enfermedades aun cuando al agua la sometan a hervido, porque existen bacterias que pueden resistir altas temperaturas, y sobre todo la presencia de metales pesados.
7. El proceso de sedimentación del embalse artificial por vertimiento de aguas residuales se va acentuando cada día que pasa y que va recortando el periodo de vida útil, proceso que se denomina EUTROFICACION.
8. El Cucho, lugar donde se ubica la planta de tratamiento de aguas residuales para su posterior descarga al río Chira, se ha convertido en un punto de conflicto entre la población de la zona que se opone a su el funcionamiento y las autoridades encargadas.
9. Lo más eficaz para luchar contra este tipo de contaminación es disminuir la cantidad de fosfatos y nitratos en los vertidos, usando detergentes con baja proporción de fosfatos, empleando menor cantidad de detergentes, no abonando en exceso los campos, usando los desechos agrícolas y ganaderos como fertilizantes, en vez de verterlos, etc. Evitar que los



residuos de aguas servidas provenientes de los desagües se viertan directamente al río.

12. RECOMENDACIONES:

1. Que la municipalidad de Sullana emita ordenanza prohibiendo el vertido de efluentes al río Chira.
2. Prohibir la disposición de residuos sólidos en ambas márgenes.
3. El comité de gestión ambiental recientemente instalado se debe abocar en coordinar ante los diferentes entes del estado para buscar el financiamiento para la construcción de 12 lagunas las cuales estarán ubicadas en el sector El Cucho, lo mismo que la repotenciación de la cámara de bombeo. De igual manera este comité deberá plantear un programa para efectuar diferentes acciones entre ellas tenemos la vigilancia permanente del área donde se evacúan las aguas residuales porque a la fecha existen pescadores informales que se dedican a la extracción de recursos ictiológicos no aptos para el consumo humano, así mismo realizará campañas de forestación y limpieza de residuos sólidos que se hallan esparcidos por los taludes del río especialmente la margen izquierda.
4. Se plantea un esquema del nuevo tratamiento de las aguas residuales que consiste en una fase preliminar de sedimentación, luego de un tratamiento del tipo primario (físico - químico) y tratamiento biológico (secundario) para finalmente de esta agua tratada se conduzca a un proceso de forestación con árboles de tallo alto.



5. En las márgenes actuales del río Chira se denota una vegetación no acorde con el paisaje por lo que se recomienda ordenar y reforestar con especies propicias afín de consolidar con un paisaje pintoresco y eco turístico.
6. La margen izquierda en el tramo de estudio posee zonas críticas, que pueden ser presa de erosión hídrica en épocas de creciente (FEN) por lo cual se recomienda plantear proyectos de reforestación de laderas - taludes con especies propicias
7. Constantemente la Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental (DESA) realiza monitoreo en puntos como la presa derivadora en este sector, pues las aguas del canal Norte presentan más de 24 mil coliformes fecales, lo que indica que todo el valle del Chira es regado con agua altamente contaminada.
8. El proyecto denominado “Ampliación y mejoramiento del sistema de alcantarillado del Parque Industrial y Zona Industrial del distrito de Sullana”, tiene un monto de inversión de S/. 4'578,795.77, y está a cargo de la Gerencia Subregional “Luciano Castillo Colonna”.
9. Existe una normatividad en la cual se plantea las obligaciones en las autoridades y a la población en asumir su responsabilidad donde se presentan sanciones del tipo administrativo, penal en caso de incumplimiento.
10. Cada día el majestuoso río Chira se encuentra agonizando por las descargas de aguas servidas que recibe a diario. Las lagunas de oxidación sumado al cambio del colector San Miguel y contar con una planta de tratamiento aliviarían en un 70% esta contaminación que adolece desde hace años. Se hace necesario que las autoridades tomen cartas en el



asunto, que los trabajos se realicen de manera acelerada porque aguas abajo moradores consumen agua altamente contaminada y lo que es peor, que se están regando sembríos con aguas pestilentes. Producto de ello una gran alfombra verde o lirio acuático ha formado en el río un espejo verde que va matando la fauna y flora del acueducto.

13. BIBLIOGRAFIA

1. AMERICAN CHEMICAL SOCIETY. 1998. QUIMICA EN LA COMUNIDAD. EDITORIAL ADDISON WESLEY LOGMAN.
2. AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. 1997 MANUAL DE AGUAS PARA USOS INDUSTRIALES. EDITORIAL LIMUSA.
3. BERRY PETER Y REIR DAVID, 1993, MECANICA DE SUELOS, EDITORIAL MC GRAW HILL. COLOMBIA.
4. COLECCIÓN INGENIERIA MEDIO AMBIENTAL. 1995. AGUAS RESIDUALES URBANAS. EDICIONES MUNDI. PRENSA MADRID – ESPAÑA.
5. DEPARATAMENTO DE SANIDAD DEL ESTADO DE NUEVA YORK. 1998. MANUAL DE TRATAMIENTO DE AGUAS. EDITORIAL LIMUSA.
6. FAIR GEYER, 1997. INGENIERIA SANITARIA Y DE LAS AGUAS RESIDUALES TOMO I Y II EDITORIAL LIMUSA.
7. FASHENDER HANS AND BERNERVISTA ELMER, 1997, QUIMICA DE LOS SUELOS SAN JOSE DE COSTA RICA FORESTHE WARREN, 1985. FISICA DE LOS SUELOS.
8. FORSY THE WARREN, 1985. FISICA DE LOS SUELOS MANUAL DE LABORATORIO SAN JOSE DE COSTA RICA.
9. FREEMAN HARRY M., 1998. MANUAL DE PREVENCION DE LA CONTAMINACION AMBIENTAL. PRIMERA EDICION. MC GRAW HILL.
10. GARCIA IGLESIAS JESUS, 1997. INVESTIGACION DE LOS SUELOS CONTAMINADOS. UNIVERSIDAD DE OVIEDO. ESPAÑA.
11. LAGREGA MICHAEL ETT, 1998. GESTION DE RESIDUOS TOXICOS. EDITORIAL MC. GRAW – HILL VOLUMEN I Y II. MADRID – ESPAÑA.



12. METCALF – EDDY. 1995 INC. INGENIERIA DE AGUAS RESIDUALES VOL. I Y II. EDITORIAL MC GRAW HILL.
13. ROMERO ROJAS JAIRO A. 1999. CALIDAD DE AGUA. 2^{DA} EDICION ALFA OMEGA GRUPO EDITOR.
14. SEDANEZ CALVO MARIANO. 1995. AGUAS RESIDUALES URBANAS. COLECCIÓN INGENIERIA MEDIO AMBIENTAL.
15. SEOANEZ CALVA MARIANO, 1997. INGENIERIA MEDIO AMBIENTAL APLICADA. EDICIONES MUNDI PREANA MP. MADRID BARCELONA – MEXICO.
16. TURK WITTES. 1973. ECOLOGIA CONTAMINACION – MEDIO AMBIENTE. EDITORIAL MC GRAW HILL - INTERAMERICANA

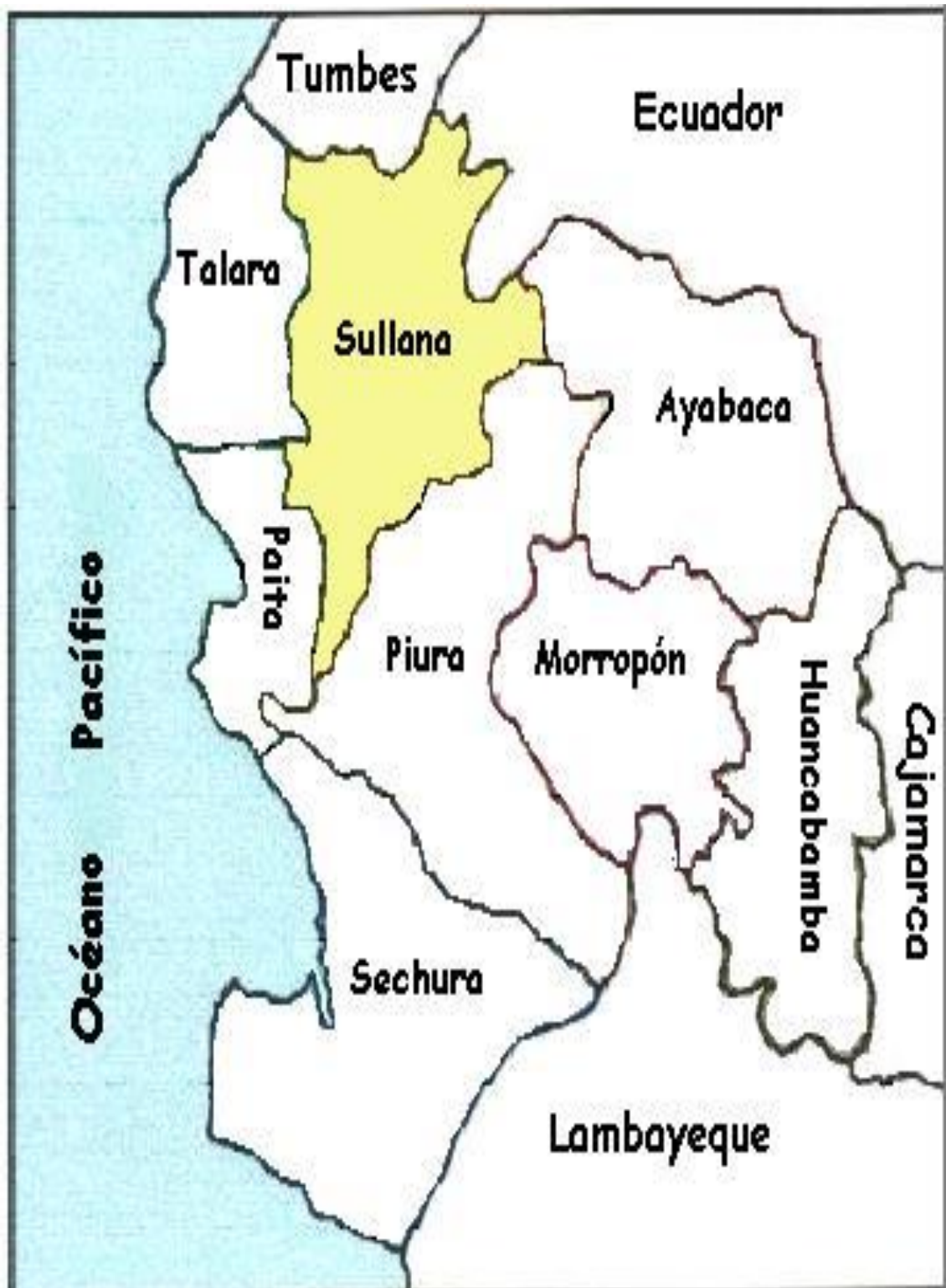
PIURA - PERU



ANEXOS



**Nº 01: UBICACIÓN GEOGRAFICA DE LA PROVINCIA DE SULLANA –
DEPARTAMENTO DE PIURA**

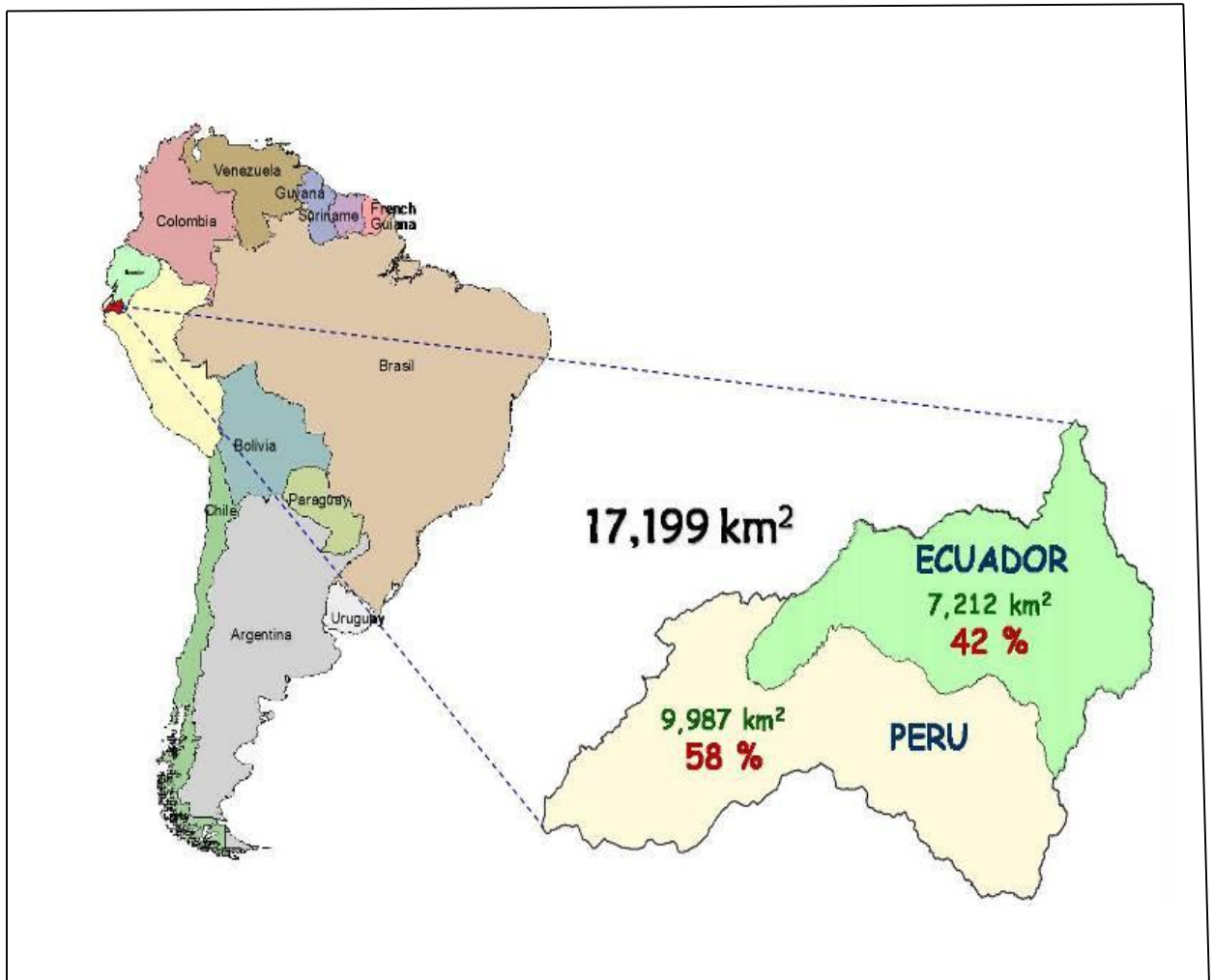


Nº02: UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL RIO CHIRA



N° 03: MICROZONALIZACION: CANAL VIAL: DESDE EL PUENTE SANTA CRUZ A LA CARRETERA TAMBOGRANDE:







La cuenca Catamayo Chira es una cuenca hidrográfica trasfronteriza, compartida entre los países de Perú y Ecuador. Tiene una superficie aproximada total de 17,199.18 km². La parte peruana de la cuenca abarca 9,986.81 km². La parte ecuatoriana abarca 7,213.37 km². La cuenca Chira se encuentra integrada por cinco subcuencas (Quiroz, Chipillico, Alamor, Macará y Catamayo) y un sistema hidrográfico que comprende el Río Chira y sus quebradas.

FOTOGRAFIA N° 01: EL RIO CHIRA



FOTOGRAFIA N° 02: PUENTE NUEVO DE SULLANA: ARTEMIO VARGAS



**FOTOGRAFIA N° 03: PUENTE VIEJO DE SULLANA: ISAIS GARRIDO
UGARTE**



FOTOGRAFIA N° 04: LOMA MAMBRE: PROVINCIA DE SULLANA



FOTOGRAFIA N° 05 Y 06: JACINTO ACUATICO



FOTOGRAFIA N° 06



FOTO N° 07: DESAGUE DE DEL HOSPITAL MINSA



FOTOGRAFIA N° 08: MUESTREO: AGUAS ABAJO DEL CANAL VIA
(UNION DEL CANAL VIA Y RIO CHIRA)



FOTOGRAFÍA N° 09: MUESTREO: AGUAS ARRIBA DEL CANAL VIA
(PUENTE SANTA CRUZ)



FOTOGRAFÍA N° 10: MUESTREO: PUENTE NUEVO



FOTOGRAFÍA N° 11: MUESTREO: PUENTE VIEJO



FOTOGRAFÍA N° 12: LAGUNA DEL CUCHO



FOTOGRAFIA N° 13: MUNICIPIO GESTIONA CONSTRUCCIÓN DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES. DESECHOS EN EL RÍO CHIRA PRODUCEN OLORES FÉTIDO.





FOTO N° 14: OPERACIÓN DE LAS COMPUERTAS DEL BARRAJE MÓVIL DE LA PRESA DERIVADORASULLANA, EN ÉPOCAS DE AVENIDA.



FOTO N° 15 SE OBSERVA EN LA FOTO, AGUAS ARRIBA DE PRESA DERIVADORA SULLANA LA PROLIFERACIÓN DEL LIRIO ACUÁTICO.



FOTO N° 16: DESAGUE DE LAS FABRICAS DE POTA



FOTOGRAFÍA N° 17: CAUCE DE LA QUEBRADA CIENEGUILLO, AGUAS ARRIBA DE LA CARRETERA A TAMBOGRANDE. SE OBSERVA ACUMULACIÓN DE DESMONTE Y VEGETACIÓN, ADEMÁS UN CAUCE NO DEFINIDO.





FOTOGRAFÍA N° 18: QUEBRADA COLA DEL ALACRÁN, SE OBSERVA CRECIMIENTO DE ARBUSTO EN SU CAUCE.



FOTOGRAFÍA N° 19: CANAL VÍA EN EL SECTOR DENOMINADO “LA SELVA”. SE OBSERVA ABUNDANTE BASURA Y ARBUSTO CUBRIENDO EL CAUCE DEL DREN.



FOTOGRAFÍA N° 20: CANAL VÍA CON PRESENCIA DE BASURA Y AGUAS PUTREFACTAS.



FOTOGRAFÍA N° 21: CAUCE DE LA QUEBRADA “EL BOQUERÓN NÚÑEZ”. SE OBSERVA UN FLUJO ESTANCADO, DEBIDO A LA ACUMULACIÓN DE BASURA Y DESMONTE EN SU CAUCE.



FOTOGRAFÍA N° 22: MARGEN DERECHA DE LA QUEBRADA BOQUERÓN
NÚÑEZ. SE OBSERVA BOTADEROS DE BASURA



FOTOGRAFÍA N° 23: CANAL VÍA AGUAS ARRIBA DE LA DESEMBOCADURA EN
EL RÍO CHIRA. SE OBSERVA COLMATADO DE BASURA Y DESMONTE.



FOTOGRAFÍA N° 24: CANAL VÍA AGUAS ARRIBA DE LA DESEMBOCADURA EN EL RIO CHIRA. SE OBSERVA COLMATADO DE BASURA Y DESMONTE



FOTOGRAFÍA N° 25. SE OBSERVA AL FONDO LA TERRAZA DONDE SE UBICA LA CIUDAD DE SULLANA, MUY POR ENCIMA DE LOS NIVELES DE AGUA EN EL RÍO CHIRA



FOTOGRAFÍA N° 26: CIUDAD DE SULLANA



FOTO N° 27: QUEBRADA COLA DEL ALACRÁN



FOTOGRAFÍA N° 28: SULLANA UN DELITO AMBIENTAL VIENE COMETIENDO LA EMPRESA MAPLE ETANOL, UBICADA EN LA LOCALIDAD DE LA HUACA, PROVINCIA DE PAITA, AL VERTER AGUAS EXCEDENTES DE SU PROCESO FUERA DE SU PLANTA, QUE SERÍAN LAS CAUSANTES DE LOS MALOS OLORES EN LA CIUDAD DE SULLANA.



FOTOGRAFÍA N° 29 y N° 30: AGUAS QUE DISCURREN POR CANAL VIA PERJUDICAN A LOS ESTUDIANTES.



FOTOGRAFIA N° 30



FOTOGRAFÍA N° 31: PUENTE SANTA CRUZ



FOTOGRAFIA N° 32: PRESA DERIVADORA SULLANA



